



Diplomarbeit

Herr
Ing. Herbert Haslinger

**Die RFID-Technik im Einsatz
zur Qualitätssicherung**

2018

Diplomarbeit

Die RFID-Technik im Einsatz zur Qualitätssicherung

Autor:
Ing. Herbert Haslinger

Studiengang:
Wirtschaftsingenieurwesen

Seminargruppe:
KW14sRA

Erstprüfer:
Prof. Dr. Dr. h.c. Hartmut Lindner

Zweitprüfer:
Prof. Dr. rer. oec. Johannes Stelling

St. Jakob, Jänner 2018

Thesis

The RFID technology in the use for quality assurance

author:
Ing. Herbert Haslinger

course of studies:
industrial engineering

seminar group:
KW14sRA

examiner:
Prof. Dr. Dr. h.c. Hartmut Lindner

second auditor:
Prof. Dr. rer. oec. Johannes Stelling

St. Jakob, January 2018

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Methodisches Vorgehen.....	4
2 Grundlagen	5
2.1 Das Qualitätsmanagementsystem	5
2.1.1 Qualität und ihre Bedeutung im Unternehmen	5
2.1.2 Begriffliche Abgrenzungen	7
2.1.3 Zugrundeliegende Normen und deren Anforderungen	9
2.2 Die RFID-Technik.....	12
2.2.1 RFID-Systeme und dessen Bestandteile.....	14
2.2.2 Unterschiedsmerkmale einer Technologie	15
2.2.3 Bauformen von RFID-Lösungen.....	17
2.2.4 Der Siegeszug einer Technologie	23
3 Strukturen und Prozesse im Unternehmen	25
3.1 Die Unternehmensstruktur	25
3.2 Die Aufbauorganisation	26
3.3 Die Ablauforganisation im PPS	28
3.3.1 Die betriebliche Leistungserstellung	28
3.3.2 Der Produktionsauftrag.....	29
3.4 Die Produktion in der Qualitätsverantwortung	33
3.4.1 Die Materialversorgung	33
3.4.2 Die Werkstückfertigung	35
3.4.3 Fehlerhafte Einheiten	37
3.4.4 Die Disposition	38
3.4.5 Die Teileverwendung.....	38
4 Die Schwachstellenanalyse im Ablauf.....	40

4.1	Schnittstellenprobleme	40
4.2	Kennzahlen zur Zustandsbeurteilung	43
4.3	Das Dokumentationsproblem	47
5	Der Lösungsansatz als Sollsituation	49
5.1	Ist die RFID- Technik die ultimative Lösung?	49
5.2	Das Brainstorming zur Einsatzbeurteilung	51
5.3	Nachteile und Risiken der RFID-Technik	56
5.4	Die alternative Lösung.....	58
6	Die Prozessoptimierung.....	60
6.1	Der Umgang mit fehlerhaften Einheiten	60
6.2	Der Nacharbeitsauftrag	62
6.3	Die Rückverfolgbarkeit	63
7	Zusammenfassung	65
7.1	Ergebnis	65
7.2	Ausblick	67
	Literaturverzeichnis	X
	Anhang.....	XV
	Eigenständigkeitserklärung	XVI

Abkürzungsverzeichnis

1D	eindimensional
2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
AH-Arbeitsg.	Außerhaus Arbeitsgang
BDE	Betriebsdatenerfassung
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CNC	Computerisierte numerische Steuerung
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
EAN	European Article Number
EN	Europäische Norm
f.	folgende
ff.	fortfolgende
Hrsg.	Herausgeber
ID	Identifikation
ISBN	Internationale Standard-Buchnummer
ISO	International Organization for Standardization
lt.	Laut
OCR	optical character recognition
QM	Qualitätsmanagement
QR	Quick Response
RFID	radio-frequency identification
SF	Sonderfreigabe
TPM	Total Productive Maintenance
TQM	Total Quality Management
uvm.	und vieles mehr
Vgl.	Vergleiche
WCM	World Class Manufacturing
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Performance Measurement System	6
Abbildung 2: Qualitätsdefinition nach Aachener	7
Abbildung 3: RFID-Schema	14
Abbildung 4: Münz-Transponder	18
Abbildung 5: Röhrentransponder	18
Abbildung 6: Tag im Plastikgehäuse	19
Abbildung 7: RFID-Anwendungsbeispiele	19
Abbildung 8: RFID-Schüsselanhänger	20
Abbildung 9: Werkzeugidentifikation	21
Abbildung 10: RFID-Chipkarte	21
Abbildung 11: RFID-Label	22
Abbildung 12: Statistik über den Jahresumsatz	24
Abbildung 13: Firmenstruktur	25
Abbildung 14: Kostenstellenstruktur	27
Abbildung 15: Begleitkarte	31
Abbildung 16: Fertigungszeichnung	32
Abbildung 17: Belegungsliste	35
Abbildung 18: Anzahl der Reklamationen Fertigung 2017	43
Abbildung 19: Anzahl der Reklamationen sonstiger Kostenstellen	44
Abbildung 20: Reklamationsauswertung gesamt	44
Abbildung 21: Anfragen um Sonderfreigabe	45
Abbildung 22: Fehlerkosten	45
Abbildung 23: Brainstorming	52
Abbildung 24: Angriffsarten bei RFID-Systemen	56
Abbildung 25: Begleitkarte Teil1	60
Abbildung 26: Begleitkarte Teil2	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Frequenzklassifizierung	16
Tabelle 2: Reklamationsauswertung 2017	46

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Diese Arbeit betrachtet die Abläufe in einem erfolgreichen, produzierenden, metallverarbeitenden Maschinenbauunternehmen mit stetigem Wachstum. Um für und mit den besten Unternehmen, allesamt Marktführer in ihren Branchen arbeiten zu dürfen, muss ein Unternehmen ständig bereit sein sich zu verändern. Es muss sein Handeln stets hinterfragen und sich am Markt im dauerhaften Wettbewerb ständig neuen Herausforderungen stellen. Dabei sollten ehrgeizige Visionen und Ziele formuliert, gesetzt und verfolgt werden, die nicht leicht zu erreichen sind und anfangs möglicherweise sogar exorbitant erscheinen. Wenn ein Unternehmen im Maschinenbau kein eigenes Produkt für den Markt erzeugt, stattdessen als Zulieferer für Weltmarktführer tätig ist, ist es gefordert Verschwendungen in allen Bereichen zu eliminieren und sollte versuchen die eigenen Kernkompetenzen mit denen der Lieferanten und Kunden optimal zu vereinen, um diese wertschöpfend zu nutzen. Während die Kernkompetenz der Kunden liegt meist in der Produktinnovation liegt, sollte die Kernkompetenz des Unternehmens in der Prozessinnovation liegen. Wenn das Unternehmen seine Prozesse optimal beherrscht und mit einem hoch motivierten und kompetenten Mitarbeiterstamm ständig verbessert, entsteht operative Exzellenz. Wenn zudem der Kunde bei seinen täglichen Problemen durch die Kompetenz im Haus optimal supportet und unterstützt wird, stellt sich im Unternehmen durch die Kundenzufriedenheit Wachstum und Ertrag ein. Es wird immer wichtiger sich im Wettbewerb von seinen MitbewerberInnen abzuheben, um seinen Marktanteil zu sichern und dadurch die Wertschöpfung im eigenen Haus zu erhöhen. Speziell in Europa ist man durch die hohen Lohn- und Produktionskosten gefordert neue Wege zu gehen, um ein Auslagern der Produktion in andere Billiglohnländer zu verhindern. Es ist wichtig das Know-how zu behalten, neue Kompetenzen aufzubauen, um eine Deindustrialisierung Europas zu vermeiden. Der technische Fortschritt schreitet auch in Billiglohnländern stetig voran. Somit sind wir ihnen technisch meist nicht viel voraus.

In den letzten Jahren konnte noch mit dem Thema Qualität argumentiert werden. Mittlerweile gilt Qualität als Grundlage einer erfolgreichen Geschäftsbeziehung. Mit dem Argument Qualität zu liefern, können keine Preisverhandlungen mehr geführt werden. Die Lieferung von Qualität wird im Maschinenbau bereits vorausgesetzt. Der Erfolg eines Unternehmens stützt sich daher auf die Qualität seiner Erzeugnisse. Aufbauend auf diese Voraussetzung spielt bereits die Liefertreue eine sehr wichtige Rolle. Kurzfristige Liefertermine sind ein Argument für die Produktion in Europa. Dies beinhaltet aber auch die Anforderung der just in time oder just in sequence Produktion. Alle nicht optimal laufenden Prozesse im Unternehmen wirken sich auf die Lieferperformance aus, erzeugen Verschwendung und sind mit Kosten verbunden, die sich wiederum auf den Preis auswirken und die Wertschöpfung im Unternehmen weiter senkt. Die stetige Weiterentwicklung dieser Branche mit ihren ständigen Veränderungen zwingt das Unternehmen seine Prozesse zu beherrschen und stetig zu verbessern. Was mich nun direkt zur Zielsetzung dieser Arbeit führt.

1.2 Zielsetzung

Die primäre Zielsetzung dieser Arbeit ist es die Prozesse im Unternehmen weiter zu verbessern. Durch ein methodisches Vorgehen, welches im nächsten Abschnitt beschrieben wird, sollte es möglich sein die grundlegende Frage, die diese Arbeit thematisiert, zu beantworten.

Kann RFID-Technik zum Zwecke der Qualitätssicherung eingesetzt werden?

Die RFID-Technik ist eine nicht ganz neue Technologie am Markt. Sie hat sich in den letzten Jahren aber technisch sehr weiterentwickelt und ist vielleicht bereits so weit entwickelt, dass sie für diese Zwecke wirtschaftlich sinnvoll eingesetzt werden kann. Das in dieser Arbeit betrachtete Produktionsunternehmen, in welchem die RFID-Technik ihre Anwendung finden sollte, sieht mit dieser Technologie zumindest theoretisch die Möglichkeit das Unternehmen weiter zu entwickeln, um es für die Zukunft wettbewerbsfähiger und für Kunden interessanter zu machen. Es hat das Ziel der Kosten- und Fehlerreduktion durch zeitgerechte, effiziente und wirtschaftlich rentable, sowie optimale, schlanke Prozesse. Das Unternehmen sollte damit der Industrie 4.0 einen Schritt näher gebracht werden. In seiner unternehmerischen Tätigkeit zur betrieblichen Leistungserstellung fokussiert sich der Betrieb mit seinen Ressourcen auf die Produktion und Montage von Verpackungsanlagen. Die sekundäre Zielsetzung dieser Arbeit sollte es sein, weitere Möglichkeiten der Anwendung dieser Technologie im Unternehmen aufzuzeigen. Zum Zwecke der Qualitäts-sicherung sollten die fehlerhaften Einheiten aus dem Outsourcing und der eigenen Fertigung im Unternehmen so gelenkt werden, dass ein benötigter Qualitätsstandard garantiert werden kann. Sollte sich jedoch im Laufe der Ausarbeitung dieser Arbeit herausstellen, dass Schwachstellen in den Prozessen vorhanden sind, sollten diese in der Arbeit mit dem Einsatz der RFID-Technik beseitigt werden. Sollte der wirtschaftliche Einsatz dieser Technologie im Unternehmen nicht möglich sein, muss es die tertiäre Aufgabe dieser Arbeit sein, eine wirtschaftlich alternative Lösung zur Beseitigung der Schwachstellen und Verbesserung der Prozesse aufzuzeigen. Im nächsten Abschnitt dieser Arbeit wird das notwendige methodische Vorgehen im Detail beschrieben.

1.3 Methodisches Vorgehen

Im ersten Teil der Einleitung dieser Arbeit beschreibt die Problemstellung die Marktsituation und die allgemeinen Anforderungen an ein produzierendes Maschinenbauunternehmen, welches sich neben der grundsätzlichen Aufgabe der betrieblichen Leistungserstellung anspruchsvolle Ziele setzt, um auch nachhaltig erfolgreich zu bleiben. Im zweiten Teil der Einleitung wurde die Zielsetzung dieser Arbeit formuliert. Diese beinhaltet neben der grundsätzlichen Fragestellung, die diese Arbeit thematisiert, noch weitere Anforderungen, welche gelöst werden sollten. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wird diese Arbeit in sieben Abschnitte gegliedert, dabei wird ein methodisches Vorgehen angestrebt. Nach der Einleitung im ersten Teil mit der Problemstellung, der Zielsetzung und diesem Abschnitt der Formulierung einer methodischen Vorgehensweise, werden im zweiten Teil der Arbeit die Grundlagen zum Qualitätsmanagementsystem und der RFID-Technik begrifflich abgegrenzt. Dabei sollten namhafte und aktuelle Literaturquellen herangezogen werden, um dem aktuellen Stand der Technik gerecht zu werden. Im dritten Teil der Arbeit werden die Strukturen und Prozesse eines betrachteten Unternehmens dargestellt. Dies ist notwendig, um die Komplexität der Zusammenhänge auch Werksübergreifend zu veranschaulichen. Die Ist-Situation im Unternehmen wird in Abschnitt vier dargestellt. Sie sollte den aktuellen Stand im Unternehmen widerspiegeln. Dabei wird der Produktionsablauf eines Produktes analysiert und beschrieben. Im Anschluss dessen wird in Abschnitt fünf ein eventueller Lösungsansatz beschrieben. Dabei sollte aber die Frage, ob die RFID-Technik zur Qualitätssicherung eingesetzt werden kann, immer im Fokus stehen und an dieser Stelle auch beantwortet werden. Sollte dies nicht zufriedenstellend möglich sein, sollte eine alternative Lösung aufgezeigt werden. Im Abschnitt sechs sollte mittels der alternativen Lösung eine Prozessoptimierung beschrieben werden. Durch diese Strukturierung sollte die Arbeit durchgängig und nachvollziehbar das Thema RFID-Technik im Kontext der Qualitätssicherung in einem produzierenden Unternehmen darstellen. Die Zusammenfassung am Schluss, mit der Darstellung des Ergebnisses und einem Ausblick, sollte diese Arbeit abrunden.

2 Grundlagen

2.1 Das Qualitätsmanagementsystem

Bereits Frederik Winslow Taylor (1856-1915), ein US-Amerikaner, erkannte in seinem revolutionären Ansatz des Taylorismus die Bedeutung von Qualität. Sein Ziel war es die Produktivität zu steigern, indem er die Arbeit in kleinste Einheiten aufteilte. Die Arbeitenden sollten ihre volle Arbeitsleistung einbringen, Denkvorgänge aber der Arbeitsvorbereitung überlassen. Die Qualitätskontrolle wird extern durchgeführt. Es gilt das Endprodukt zu überprüfen. Zu seinen Vorstellungen erschien bereits 1911 das Buch „The principles of scientific management“. Zu Deutsch: Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung. Diese bereits schon damals heftig kritisierten Prinzipien übernahm Henry Ford (1863-1947) in seine industrielle Fließband-Produktion. Er verfolgte die Philosophie der lückenlosen Austauschbarkeit von Bauteilen. Dazu wurde die Qualität zur vollständigen Anpassung der Produkte an intern festgelegte Kriterien benötigt. Bereits in den 50er-Jahren musste in den USA wegen den hohen Qualitätsanforderungen des Verteidigungsministeriums und der Luft- und Raumfahrtindustrie ein Qualitätsmanagementsystem geschaffen werden, um den Anforderungen der Kunden gerecht zu werden. Doch bereits in den 60er-Jahren wurde der Faktor Mensch in den Mittelpunkt gestellt. Die MitarbeiterInnen sollten in die Verantwortung genommen werden und ein Qualitätsbewusstsein entwickeln. Es entstanden Managementkonzepte wie bspw. das Null-Fehler-Prinzip, Kaizen, Poka Yoke, Six Sigma, TPM, TQM.¹

2.1.1 Qualität und ihre Bedeutung im Unternehmen

Wie bereits anfangs in der Arbeit erwähnt, spielt die Qualität im Unternehmen eine essenzielle Rolle. Qualität im Maschinenbau ist schon längst kein Argument mehr bei Preisverhandlungen. Qualität wird am Industriestandort Europa mit seinem hohen Lohnniveau vom Kunden vorausgesetzt. Das oberste Ziel eines wirtschaftlich erfolgreichen Unternehmens muss es daher sein, Produkte in höchster Qualität zu liefern.

¹ Vgl. Dickmann, Ph.: Schlanker Materialfluss-mit Lean Production, Kanban und Innovationen, Gafing b. München, 2015, S. 69

Dabei sollte die geforderte Qualität aber nicht „erprüft“ werden, sondern muss von Anfang an erzeugt werden. Je später ein Fehler im Lebenslauf eines Produktes erkannt wird, desto höher sind die Kosten seiner Beseitigung. Dem Unternehmen muss es daher gelingen, weg von der Qualitätskontrolle am fertigen Produkt und hin zur Qualitätssicherung im Prozess zu gelangen. Daher ist die Qualität ein primäres Thema für ein erfolgreiches Unternehmen. Als sekundär wäre bspw. die Produktivität einzustufen.

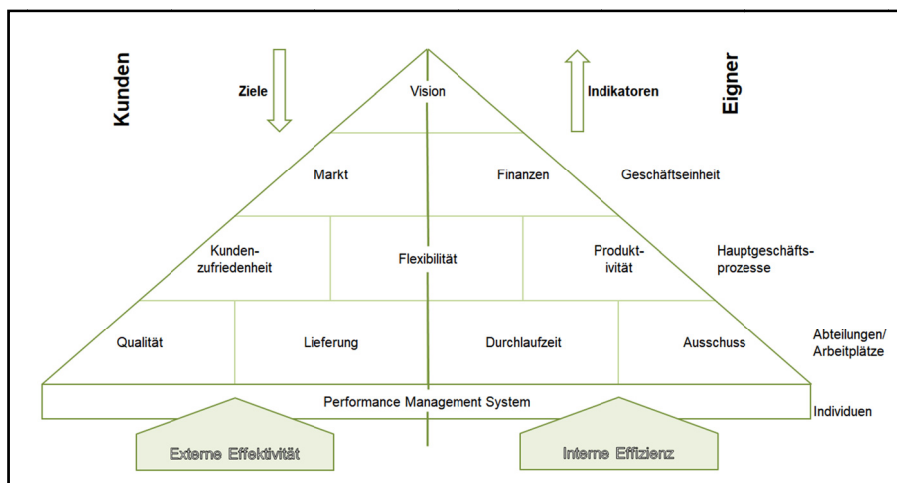


Abbildung 1: Performance Measurement System²

In vielen Unternehmen steht Qualität an erster Stelle in der Erfolgs-Pyramide. Sie bildet somit das Fundament eines gesunden Unternehmens. In Abbildung 1 ist das Performance-Measurement-System in Anlehnung an Richard L. Lynch und Kelvin F. Cross dargestellt. Dies wurde 1991 vorgestellt und hat heute noch eine große Bedeutung. Auch in dieser Abbildung liegt die Qualität in der Verantwortung des Einzelnen und hat einen hohen Stellenwert. Im Kontext mit der Produktions- und Effizienzsteigerung entlang der Wertschöpfungskette haben sich viele Ansätze meist aus der innovativen Automobilindustrie etabliert. Allen voran das World Class Manufacturing (WCM): die Teileerzeugung auf Weltklassenniveau. Fest verankert in diesem Ansatz findet sich das Total Quality Management (TQM) als ganzheitlicher Ansatz.

² Abbildung in Anlehnung an, Kelvin F. / Lynch, Richard L. (1998): Measure Up! How to Measure Corporate Performance. Cambridge MA. S. 65

2.1.2 Begriffliche Abgrenzungen

Unter dem großen Deckmantel der Qualität findet sich natürlich eine Vielzahl von Begriffen. Diese hier alle begrifflich abzugrenzen, würde den Umfang dieser Arbeit sprengen. Deshalb werden hier nur die wichtigsten genannt, welche in weiterer Folge von Bedeutung sind. Weil in der Praxis Begriffe wie Qualität, Qualitätsmanagement, Qualitätssicherung, Zertifizierung, Audit u.v.m. oft verwechselt werden, ist es wichtig diese vorerst begrifflich abzugrenzen.

Qualität: Der Begriff der Qualität wird in der aktuellen Norm der DIN EN ISO 9000:2015 wie folgt beschrieben:

„Vermögen einer Gesamtheit inhärenter Merkmale eines Produkts, eines Systems oder eines Prozesses zur Erfüllung von Forderungen von Kunden und anderen interessierten Parteien“.³

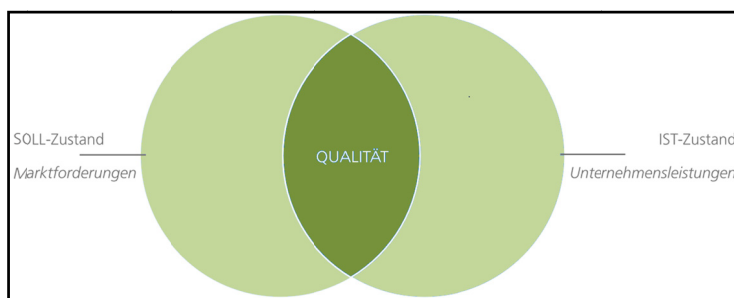


Abbildung 2: Qualitätsdefinition nach Aachener⁴

Abbildung 2 zeigt einfach und visuell dargestellt das Qualitätsverständnis nach dem Aachener Modell.

Qualitätsmanagement: Als Qualitätsmanagement bezeichnet man nach DIN EN ISO 9000:2015 grundsätzlich alle aufeinander abgestimmten Maßnahmen, die der Verbesserung von Prozessen, Leistungen und Produkten jeglicher Art dienen. Die Unternehmensleitung muss sich zu Qualität bekennen und trägt die nicht delegierbare Verantwortung für das Qualitätsmanagement. Somit sollte diese Verantwortung und Aufgabe in der Strategie und der Kultur des Unternehmens formuliert sein. In dieser sehr wichtigen Aufgabe sind weitere Aspekte und Einflussfaktoren wie allem voran die Wirtschaftlichkeit, die

³ Definition nach DIN EN ISO 9000:2015, Rückewoldt K. Planung zur Implementierung eines Qualitäts-Management Systems in einer..., Hamburg 2010, S. 13

⁴ Vgl. Was ist Qualität, Unternehmerisches Qualitätsmanagement, <http://www.aachener-qualitaets-management-modell.de/das-unternehmerische-qualitatsverstandnis>, 26.11.2017, 20:05

Gesetzgebung, die Umweltfaktoren/Nachhaltigkeit und natürlich nicht zu vergessen die Anforderungen und Wünsche der Kunden zu berücksichtigen. Um diese Aufgabe durchgängig im Unternehmen umsetzen zu können, sind folgende Inhalte und Aufgaben festzulegen.

Qualitätspolitik und Qualitätsziele: Die Qualitätspolitik ist von der obersten Leitung festzulegen. Sie muss von dieser Stelle auch unterstützt, gelebt und eingefordert werden. Sie sollte im Kontext mit der Unternehmensstrategie formuliert sein.

Nach DIN EN ISO 9000:2005 sind es:

„Übergeordnete Absichten und Ausrichtung einer Organisation zur Qualität, wie sie von der obersten Leitung formell ausgedrückt werden“.⁵

Ausgehend davon werden oder müssen vom Management ehrgeizige Qualitätsziele formuliert werden. Wie alle ernsthaften Ziele müssen diese SMART sein.

Qualitätsplanung: Diese ist der Wegweiser zum Erreichen gesetzter Ziele. Nach Definition der DIN EN ISO 9000:2015 ist die Qualitätsplanung:

„Teil des Qualitätsmanagements, der auf das Festlegen der Qualitätsziele und der notwendigen Ausführungsprozesse sowie der zugehörigen Ressourcen zum Erreichen der Qualitätsziele gerichtet ist“.⁶

Qualitätssicherung: Der Begriff der Qualitätssicherung wird meist mit dem Begriff des Qualitätsmanagement verwechselt. Nach Definition der DIN EN ISO 9000:2015 ist die Qualitätssicherung:

„Teil des Qualitätsmanagements, der auf das Erzeugen von Vertrauen darauf gerichtet ist, dass Qualitätsanforderungen erfüllt werden“.⁷

Das Qualitätswesen ist direkt dem Qualitätsmanagement oder der Führung unterstellt und ist somit gegenüber anderen Führungskräften nicht weisungs-

⁵ Definition nach DIN EN ISO 9000:2015, Kuhlang P., Sunk A., Produktion und Qualität-Organisation, Management, Prozesse, München 2016, S. 135

⁶ Definition nach DIN EN ISO 9000:2015, Herrmann J., Fritz H., Qualitätsmanagement- Lehrbuch für Studium und Praxis, München 2016, S. 16

⁷ Definition nach DIN EN ISO 9000:2015, Böge A., Handbuch Maschinenbau-Grundlagen und Anwendungen der Maschinenbau-Technik, Wiesbaden 2017, S. 1777

gebunden. Es überwacht die Einhaltung des vom Qualitätsmanagement festgelegten Qualitätsniveaus mittels Überprüfung gemachter Annahmen. Aufgabe ist es aber auch Qualitätsinformationen zu sammeln und auszuwerten. Betriebliche Vorgaben zur Qualitätssicherung sind bspw. die Erstmusterprüfung, Wareneingangsprüfung oder verschiedenste Prüfungsdokumentationen. Alle diese Fachtermini sind genormt und klar definiert. Warum dies notwendig ist, wird im nächsten Abschnitt dieser Arbeit im Ansatz beschrieben.

2.1.3 Zugrundeliegende Normen und deren Anforderungen

Ordnungsgemäßes Qualitätsmanagement kann als ordnungsgemäßes Betriebsmanagement gesehen werden. Der Grundgedanke einer Norm ist es, den nationalen- und internationalen Handel zu vereinfachen. Basierend auf bereits existierenden nationalen und internationalen Normen wurden im Jahr 1987 die ersten ISO-Standards publiziert. Es entstand die Weltweit anerkannte Normreihe DIN EN ISO 9000,9001,9400 für QM-Systeme. Die ISO hat mittlerweile über 8800 veröffentlichte Normen, mit weit über 74000 Seiten technischen Inhaltes. Eine Norm dient stets als Richtlinie. In den darauf folgenden Jahren wurden diese Normen immer weiterentwickelt. Grundsätzlich wird eine Norm alle fünf Jahre dem Stand der Weiterentwicklung angepasst.⁸ Eine letzte generelle Neugliederung und Überarbeitung erfolgte 2015. Nun gelten folgende branchenneutrale Normen für QM-Systeme als aktuell:

- DIN EN ISO 9000:2015

Sie beschreibt die Grundlagen und Grundbegriffe von QM Systemen und sorgt für deren korrekte Interpretation.

- DIN EN ISO 9001:2015

Diese aufbauende Norm, legt die Anforderungen an ein QM-System fest.

⁸ Vgl. Gump G., Wallisch F., ISO 9000 entschlüsselt, Landesberg/Lech, 1995 S. 17 ff

Die DIN EN ISO 9000:2015 bildet die Basis für die ISO 9001:2015. Sie bietet die begrifflichen Abgrenzungen und beschreibt die sieben Grundsätze des Qualitätsmanagements.

1. Kundenorientierung
2. Verantwortlichkeit der Führung
3. Einbeziehung der beteiligten Personen
4. Prozessorientierter Ansatz
5. Kontinuierliche Verbesserung
6. Faktengestützte Entscheidungsfindung
7. Beziehungsmanagement zum gegenseitigen Nutzen ⁹

In der DIN EN ISO 9001:2015 hingegen werden die Mindestanforderungen an ein QM-System festgelegt. Diese sind in 10 Kapitel gegliedert und sollen Vertrauen in die bereitgestellten Produkte und Dienstleistungen schaffen. Primäres Ziel ist es natürlich, das Vertrauen der Kunden zu gewinnen, ihre Zufriedenheit zu erhalten und ihre Erwartungen zu übertreffen. Als Zeichen der Umsetzung dieser Grundsätze im Unternehmen kann sich das Unternehmen einer Qualitätszertifizierung nach DIN EN ISO 9001 unterziehen. Dies schafft Vertrauen bei den Kunden und bietet einen gewissen Marktvorteil gegenüber anderen Unternehmen. Es ist aber mittlerweile die Grundvoraussetzung um für Kunden, Marktführer in ihren Branchen, arbeiten zu dürfen. Eine Zertifizierung nach der DIN EN ISO ist aber keine Garantie für gute Qualität. Sie liefert nur einen Leitfaden zur Anpassung und Implementierung von Werkzeugen im eigenen Unternehmen. Als Nachweis der Zertifizierung bekommt das Unternehmen ein befristetes Zertifikat und darf die Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2015 öffentlich für Marketingzwecke nutzen. Die Gültigkeit der Zertifizierung bleibt jedoch nur dann aufrecht, wenn das Unternehmen, verschiedene Nachaudits erfolgreich besteht.

⁹ Vgl. Schmitt R., Basiswissen Qualitätsmanagement, Düsseldorf 2015, S. 49

Ein erfolgreiches Unternehmen muss sein Handeln stets hinterfragen und sich stets neuen Anforderungen stellen. Denn nur der Wandel und die Weiterentwicklung sind beständig. Daher ist das Management ständig gefordert, seine Werkzeuge, Richtlinien und Prozesse den sich ständig ändernden Marktanforderungen anzupassen. Das Qualitätsmanagement ist somit ein lebendes, ständig anzupassendes System. Im Kontext mit dem Thema dieser Arbeit gilt es nun die wichtigsten Forderungen dieser Norm zu nennen.

- Das Dokumentenmanagement
- Der Prüfungsablauf im Produktionsprozess
- Der Umgang mit fehlerhaften Einheiten
- Das Kunden- und Lieferantenmanagement
- Das Prüfmittelmanagement
- Die internen Checks, Audits und Kennzahlenpflege
- Die Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit von Erzeugnissen
- Die Steuerung von externen bereitgestellten Prozessen
- Die Überwachung von Änderungen interner und externer Quellen
- Die Entwicklungsplanung uvm.

Diese Auflistung kann natürlich nur einen kleinen Teil der sehr umfangreichen Anforderungen abbilden. Im Abschnitt drei und vier werden die für die RFID-Technik relevanten Themen und Prozessschritte im Detail beschrieben.

2.2 Die RFID-Technik

Die RFID-Technik zählt zu den Auto-ID-Systemen. Zu diesen Systemen zählen viele bereits seit Jahren bekannte Systeme wie z.B. der Barcode. Auto-ID-Systeme haben den Zweck der eindeutigen Kennzeichnung. Es gilt dabei Daten über Personen, Tiere, Güter oder Waren demjenigen zur Verfügung zu stellen, der die Daten maschinell erfassen und weiterverarbeiten möchte.¹⁰ Zu den Auto-ID-Systemen zählen die folgenden Verfahren:

- Verschiedene Barcodesysteme

Sogenannte 1D-, 2D Codes wie den Code 39, EAN- 13, ISBN- 13, QR-Code, Codablock F oder den Data Matrix Code

Anwendung: Bücher, Etiketten, Warenkennzeichnung uvm.

- OCR Systeme

Diese sind Schrifterkennungssysteme. Zu diesem Zweck wurde die Schriftart OCR-B entwickelt und weltweit standardisiert.

Anwendung: Kreditkarten, Zahlscheine, Schecks uvm.

- Speicherkarten Systeme

Die Datenspeicherung erfolgt bei diesen Systemen auf Magnetstreifen oder einem Mikroprozessorchip. Gespeicherte Daten können gegen Zugriff geschützt werden.

Anwendung: Telefonchipkarten, Kreditkarten, EU- Führerschein, Bankomatkarten, SIM Karten uvm.

- Biomechanische Identifikationssysteme

Im Kontext mit einer eindeutigen Identifikation werden dabei Messungen von unverwechselbaren Körpermerkmalen an Lebewesen vorgenommen und ausgewertet. Das bekannteste Verfahren dabei ist der Fingerprint aber auch der Handabdruck, die sprachliche- oder die Netzhaut-Identifikation.

Anwendung: Türöffner, Zugriffssysteme,

¹⁰ Vgl. Finkenzeller, K.: RFID-Handbuch-Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen..., Wien, 2002, S. 1

- RFID-Systeme

Bei dieser Technologie können Daten auf einen Transponder gespeichert und abgerufen werden. Mehr dazu anschließend.

Anwendung: Kennzeichnung von Waren, Chipkarten uvm.

Die letztlich genannte RFID-Technik, deren Bezeichnung „RFID“ für Radio-Frequency-Identifikation steht, basiert auf der Identifikation mittels Radiowellen. Ihr großer Vorteil gegenüber anderen Auto-ID-Systemen liegt in folgenden Parametern:

- Verarbeitungsfähigkeit teils großer Datenmengen
- kontaktloser Datenaustausch bis 12m
- kein optischer Kontakt zu Lesegerät notwendig
- die Technik kann gegenüber äußeren Einflüssen geschützt werden
- Anbringung in nicht sichtbaren Bereichen möglich

Dies sind nur einige Vorteile. Die Technologie weist gegenüber anderen genannten Technologien noch viele weitere Vorteile auf. Ihr großer Nachteil liegt in den Anschaffungskosten aller benötigten Komponenten und der Technologiegröße bei anspruchsvoller Anwendung. Die Weiterentwicklung der Technologie geht rasant vor sich. Viele erfolgreiche Anwendungen in der Wirtschaft zeigten die großen Vorteile dieser Technologie auf und treiben durch die rasante Verbreitung und den steigenden Bedarf immer weiter die Entwicklung voran. Die Technologie muss günstiger werden, um die Substitution gegenüber den Barcode-Labels voran zu treiben. Die Kennzeichnungsmethode durch RFID entwickelte sich bereits in den letzten Jahren zu einem Milliarden schweren Markt. Im nächsten Abschnitt dieser Arbeit werden die Funktionsweise dieser Technik sowie deren benötigte Bestandteile und der Aufbau beschrieben.

2.2.1 RFID-Systeme und dessen Bestandteile

Grundsätzlich besteht jedes RFID-System aus zwei Komponenten, einem Lesegerät und einem Transponder.

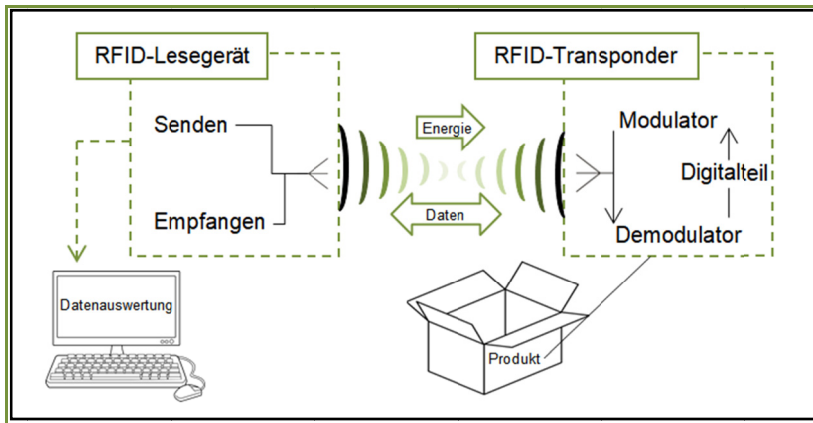


Abbildung 3: RFID-Schema

In Abbildung 3 ist ein passives RFID-Schema dargestellt. Sobald der Transponder, auch Tag genannt, in den Erfassungsbereich des Lesegerätes kommt, wird eine wechselseitige Kommunikation ausgelöst. Das Lesegerät versorgt den Transponder mit Energie und kann die gespeicherten Daten auslesen. Über eingebaute Antennen werden die Daten durch magnetische oder elektromagnetische Wellen ausgetauscht. Je nach Ausführung des Systems können Daten gelesen und geschrieben werden. Die Entwicklung dieser Technologie hat bereits vor dem zweiten Weltkrieg begonnen und wurde erstmals für militärische Zwecke genutzt. Ihr Einzug in die Wirtschaft hat diese Technologie erst in den Jahren um 1960 begonnen. Zu dieser Zeit wurde sie zur Warensicherung als Diebstahlsicherung verwendet. Diese Möglichkeit der Anwendung ist ihr in modifizierter Form bis heute geblieben. Erst durch die Weiterentwicklung der Technik und den Einsatz von Datenspeicher erschlossen sich weitere interessante Anwendungsgebiete. Dabei übernimmt ein Mikrochip die Aufgabe des Datenspeichers, der auch den 1-Bit Transponder ersetzt, sowie ein Kopplungselement. Es wurde notwendig auf diesem Gebiet einen weltweiten Standard zu schaffen, da die Kompatibilität zwischen den Herstellern sichergestellt werden musste.

Dazu wurde der Electronic Product Code (EPC) eingeführt.¹¹ Die Lese- und Schreibgeräte werden im Fachjargon als Lesegeräte bezeichnet. Deren Bestandteile sind ein Hochfrequenzmodul, welches den Sender und Empfänger bilden, ein Kupplungselement in Form einer Spule, sowie ein Controller und eine Schnittstelle zu einem Computer. Die Technologie bildet die Verbindung zwischen Produkt und einer optimierten Datenverarbeitung.

2.2.2 Unterschiedsmerkmale einer Technologie

Wegen der ständigen Weiterentwicklung der RFID-Technik durch verschiedenste Hersteller mit unterschiedlichen Ansätzen existieren unzählige Varianten dieser Technologie. Die Divergenz in den Eigenschaften ergibt sich insbesondere durch die unterschiedlich verwendeten Komponenten mit ihren jeweiligen Merkmalen. Dadurch eignen sich die Technologien zumeist nur für spezifische Anwendungen. Es wurde daher notwendig die Technik nach ihren Eigenschaften zu unterscheiden und zu klassifizieren. Dabei haben sich folgende Unterscheidungsmerkmale etabliert:

- Frequenzbereich
- Speichertechnologie
- Energieversorgung der Transponder und Datenübertragung
- Mehrfachzugriffsverfahren bzw. Antikollisionsverfahren

Die möglichen **Frequenzbereiche** haben sich durch die Weiterentwicklung der Technologie immer weiter nach oben erweitert. Der Produktreifegrad ist dabei jedoch noch lange nicht erreicht. Die Frequenzbereiche werden in vier Abschnitten unterschieden. Zwischen den für diese Technologie vorgesehenen Frequenzbereich gibt es länderspezifische Regelungen. Siehe dazu die Unterteilungen in Tabelle 1.

¹¹ Vgl. Klumpp, M. / Matheus, DFOM Fachhochschule für Oekonomie & Management Institut für Logistik- & Dienstleistungsmanagement Schriftreihe Logistikforschung, Radio Frequency Identifikation (RFID) in der Logistik, Band 4, Februar 2008, S. 9

Weltweit haben sich jedoch die Frequenzbereiche unter 135kHz, 13,56MHz, 868 bzw. 915MHz für den kommerziellen Einsatz etabliert. Für die Frequenzen 2,45GHz und 5,8GHz gibt es noch keine internationalen freigaben.

Tabelle 1: Frequenzklassifizierung¹²

Parameter	Niederfrequenz	Hochfrequenz	Ultrahochfrequenz	Mikrowelle
Frequenz	125- 134 kHz	13,56 MHz	868 bzw. 915 MHz	2,45 bzw. 5,8 GHz
Leseabstand	bis 1,2m	bis 1,2m	bis 4m	bis zu 15m
Lese- geschwindigkeit	langsam	je nach ISO Standard	schnell	sehr schnell (aktive Transponder)
Feuchtigkeits- einfluss	kein	kein	negativ	negativ
Metallischer Einfluss	negativ	negativ	kein	kein
Ausrichtung des Transponders beim Auslesen	nicht nötig	nicht nötig	teilweise nötig	immer nötig
Weltweit akzeptierte Frequenz	ja	ja	teilweise (EU/USA)	teilweise nicht EU
Typische Transponder- Bauweisen	Glasrönbauw., Plastikgehäusebauw., Smart Lable Chipk., Chipkarten	Smart Lable, Industrie-Transponder	Smart Lable, Industrie-Transponder	großformatige Transponder
Anwendungs- beispiele	Zutritts- und Routenkontrolle, Wegfahrsperren, Wäschereinigung, Gasablesung	Wäschereinigung, Asset Mamagement, Ticketing, Tracking & Tracing, Pulk-Erfassung	Palettenerfassung, Container-Tracking	Straßenmaut, Container- Traking

In Tabelle1 sind die vier Frequenzbereiche und in Abhängigkeit dessen, die wichtigsten Parameter in ihrer Funktion dargestellt. Als nächstes Unterscheidungsmerkmal wären die **Speichertechnologien** in ihren Möglichkeiten zu erwähnen. Dabei wird grundsätzlich zwischen den Read-only- und Read-write-Systemen unterschieden.

- Read-only-Systeme

Bei dieser Technologie werden sehr begrenzte Mengen an Informationen, bspw. eine Identifikationsnummer, direkt vom Hersteller am Tag gespeichert. Dadurch werden meist weitere Informationen aus einer Datenbank benötigt, die mit dem Tag assoziiert werden. Solche Tags sind kostengünstiger in der Herstellung.

¹² Überarbeitete Darstellung, Oertel B. u.a. Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen, Studie im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn 2004, S. 25 f.

- Read-write- Systeme

Solche Systeme verfügen über einen internen Speicher. Dadurch ist es möglich Daten auf dem Tag zu lesen, zu speichern und Sicherheitsmechanismen zu implementieren.

Bei der **Energieversorgung und Datenübertragung** von RFID-Systemen wird zwischen passiven-, aktiven- sowie misch- Systemen unterschieden. Passive Systeme besitzen keine eigene Energiequelle. Sie werden beim Lesevorgang vom Lesegerät mit Energie versorgt. Hingegen können aktive Systeme über eine sich in Ruhestellung befindliche Energiequelle verfügen, die durch ein vom Lesegerät gesendetes Aktivierungssignal aktiviert werden. Unter den Begriffen **Mehrfachzugriffsverfahren bzw. Antikollisionsverfahren** versteht man die Herausforderung der Systeme, zugleich empfangene Informationen von mehreren sich im Reaktionsbereich befindlichen Tags, selektieren und verarbeiten zu können. Diese meist angestrebte Fähigkeit wird als Pulkerkennung bezeichnet. Dazu werden Antikollisionsverfahren benötigt. In der Praxis hat sich das transpondergesteuerte Aloha-Verfahren und das lesegerät-gesteuerte Tree-Walking-Verfahren etabliert. Diese sollten an dieser Stelle aber nur genannt bleiben und nicht näher erläutert werden.¹³ Des Weiteren lassen sich RFID-Lösungen nach ihrer Leistungsfähigkeit aber auch nach ihrer Reichweite klassifizieren.

2.2.3 Bauformen von RFID-Lösungen

So vielfältig die Möglichkeiten dieser Technologie und ihre Einsatzmöglichkeiten sind, so vielfältig sind auch ihre Bauformen. Bei den Lesegeräten wird meist nur zwischen mobilen und stationären Modellen unterschieden. Diese werden meist an Kontrollpunkten in Unternehmen wie Toren, Schleusen oder Zutrittskontrollen angebracht. Wenn verschiedene Bauformen von RFID-Systemen genannt werden, sind primär die verschiedenen Bauweisen der Transponder gemeint. Dabei wird grundsätzlich zwischen den Gehäuseformen, -größen und -materialien unterschieden.

¹³ Vgl. Oertel B. u.a. Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen, Studie im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informatik, Bonn 2004, S. 24 ff.

Folgende Formen, Größen und Materialein, um nur einige zu nennen, finden bereits ihre Anwendung:

- Disks oder Münz-Tags



Abbildung 4: Münz-Transponder¹⁴

Die häufigste Bauform ist die Disk-Bauweise. Die Bohrung in der Mitte der Scheibe ermöglicht die Anbringung dieser auf unterschiedlichen Materialien. Diese Tags gibt es in unterschiedlichen Materialien und Größen.

- Röhrentransponder



Abbildung 5: Röhrentransponder¹⁵

Auch diesen passiven Glasröhren-Transponder gibt es in unterschiedlichen Größen. Der mini Transponder in Abbildung 5 hat einen Durchmesser von 1,35mm und eine Länge von 8,5mm. Der zweite Standard-Transponder hat eine Größe von 2x12mm. Diese Bauform wird z.B. Tieren mit einen Injektor unter die Haut injiziert. Der Transponder enthält eine individuelle Fixe Identifikationsnummer. Tiere können somit jederzeit auf günstige Weise gechipt und jederzeit identifiziert werden. Die Glashülle ist für Tiere gut verträglich und muss erst nach Jahren ausgetauscht werden.

¹⁴ RFID - NFC Disc Tag, <https://www.idcapt.com/en/tags/industrial-tag>, 14.11.2017, 20:03

¹⁵ Transponder 1, <http://www.tierchip.de/wp-content/uploads/2015/06/Transponder1.jpg>, 14.11.2017, 21:14

- Transponder im Plastikgehäuse

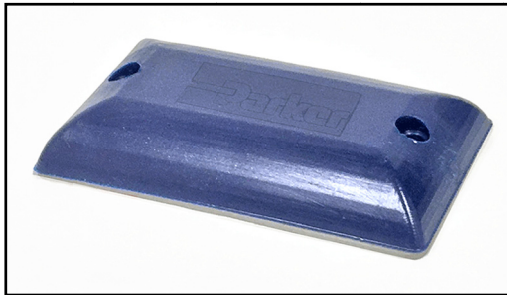


Abbildung 6: Tag im Plastikgehäuse¹⁶

In dieser Bauweise werden die Transponder in verschiedene Plastikgehäuse eingegossen. Sie finden in der Industrie ihren Hauptanwendungsbereich. Durch diese Bauweise sind die Transponder besonders vor äußeren Einflüssen geschützt. In kleinerer Form sind sie oft in Autoschlüssel für elektronische Wegfahrsperrn integriert. Dieser Transponder der Firma Parker Hannifin ist robust und stoßfest und für raue Umgebungsbedingungen. Sein Gehäuse ist biegsam und kann an unterschiedlichen Oberflächen und Materialien angebracht werden. Seine Temperaturbeständigkeit liegt zwischen -40°C und 107°C.

- RFID-Kabelbinder Transponder



Abbildung 7: RFID-Anwendungsbeispiele¹⁷

In Abbildung 7 sind verschiedene RFID-Lösungen abgebildet wie sie bereits in der Industrie oder im Gewerbe ihre Anwendung finden. Beispielsweise sind in der Abbildung industrielle Kabelbinder zu sehen oder Armbänder, die zur Identifikation von Personen eingesetzt werden aber auch Transponder im Armanduhr-Design. Letztere werden oftmals als Zutrittskontrolle zu Schwimmbädern und zur Ver- und Entriegelung von Kleidungsspinden verwendet. Während des Aufenthaltes können zusätzlich Daten, bspw. Rechnungsbeträge

¹⁶ RFID-Tags, <http://ph.parker.com/de/de/rfid-tags>, 15.11.2017, 17:32

¹⁷ Eigene Darstellung, RFID-Produkte von <https://www.idcapt.com/en/tags/industrial-tag>, 15.11.2017, 19:31

über konsumierte Speisen oder Getränke gespeichert werden. An der Kasse werden die Daten ausgelesen und dem Benutzer des Transponders in Rechnung gestellt. Somit werden Dienstleistungen oft im Anschluss an die Inanspruchnahme verrechnet. Es können aber auch Auswertungen erfolgen, wie oft ein Besucher eine spezielle Rutsche verwendet hat, ohne dass es dieser bemerkt. Die totale Überwachung ist somit ohne erheblichen Mehraufwand möglich. Diese Auswertungen helfen dem Unternehmen bei zukünftigen Investitionsentscheidungen.

- Schlüssel und Schlüsselanhänger



Abbildung 8: RFID-Schlüsselanhänger¹⁸¹⁹

In dieser Bauweise sind die Transponderchips besonders robust und gegen äußere Einflüsse geschützt. Sie sind intuitiv in der Handhabung und können bequem an jedem Schlüsselbund befestigt werden. Er wird bereits häufig als elektronischer Schlüssel verwendet und ermöglicht den Zutritt bei elektronischen Zutrittskontrollen. Solche Systeme ermöglichen die totale Überwachung. Die Türen können für gewisse Zeiträume überhaupt gesperrt werden, sie können mit Alarmanlagen gekoppelt werden und es kann aufgezeichnet werden, wer, wann, wo und wie oft einen Transponder benutzt hat. Auf einen Chip können noch viele weitere Berechtigungen gespeichert werden, wie bspw. die personalisierte Ausgabe von Betriebsmitteln aus einem Automaten. Sie können aber auch bei Cashless-Systemen als Zahlungsmittel verwendet werden. Dazu werden an einem Automaten Geldbeträge auf den Transponder aufgebucht und können bei Bedarf bei Zahlungsvorgängen wieder abgebucht werden. Viele internationale Großkonzerne setzen bereits auf diese Technik.

¹⁸ RFID-Zutritts und Berechtigungskontrolle, <http://www.germancard.de/rfid.html#key>, 15.11.2017, 20:01

¹⁹ RFID-Automatenzahlungssysteme, <https://leomat.abacuscity.ch/de/1~1600~PRODUKTE/Zahlungssysteme>, 15.11.2017, 20:03

KonsumentInnen sind somit bei der Benützung der Automaten nicht auf Kleingeld oder Bargeld angewiesen. Zudem besteht zwischen AnbieterIn und AnwenderIn eine gewisse Kundenbindung, da die Schlüssel nicht bei betriebsfremden Automaten benutzt werden können. Zu Marketingzwecken können diese noch mit verschiedensten Werbebotschaften versehen werden

- Transponder zur Werkzeugidentifikation



Abbildung 9: Werkzeugidentifikation²⁰

Diese kleinen Transponder werden bspw. in Werkzeugaufnahmen von Bearbeitungsmaschinen eingesetzt. Dadurch können Werkzeugdaten wie die Werkzeugspezifikationen wie bspw. Länge und Werkzeugradius direkt automatisch von der Maschine eingelesen werden. Sollten Werkzeuge getauscht werden, werden die Transponder in der Werkzeugverwaltung neu beschrieben. Diese Anwendung bringt die moderne Fabrik näher an die Automatisierungsanforderung von Industrie 4.0. Ein weiterer Einsatzbereich dieser Transponderbauweise ist die Gasflaschenidentifikation.

- RFID-Technik auf Chipkarten



Abbildung 10: RFID-Chipkarte²¹

In Abbildung 10 sind eine RFID-Chipkarte und deren Aufbau zu sehen. Die Karte ist in ihrer Größe mit 85,72mm x 54,03mm x 0,76mm genormt.

²⁰ Werkzeugaufnahmen-Transponder, <http://www.balluff.com>, 20.11.2017, 19:20

²¹ RFID-Chipkarte, <https://www.youcard.de/produkte/plastikkarten/rfid-chipkarten>, 20.11.2017, 19:50

Als kontaktlose Chipkarte dient sie z.B. der Zutrittskontrolle. Das bekannteste Anwendungsbeispiel ist wohl die Bankomatkarte mit ihrer Funktion der Bargeld- und berührungslosen Zahlungsfunktion. Der Transponder ist in der Karte einlaminert. Die Oberfläche wird mit Werbung versehen.

- Die RFID Smart Label



Abbildung 11: RFID-Label²²

In Abbildung 11 sind selbstklebende RFID-Etiketten zu sehen. Diese RFID-Etiketten werden bereits vom Hersteller mit angegebenen ID-Nummern konfektioniert und auf Rollen geliefert. Die Technik ist an der Rückseite angebracht und kann durch die klebende Rückseite flexibel auf Gegenstände angebracht werden. Die Trägerfolie ist feuchtigkeitsbeständig und abwaschbar. Durch die RFID-Technik können diese Etiketten ohne Sichtkontakt gelesen werden. Alternativ können die Etiketten noch mit Barcodelesegeräten gescannt werden.

Zusammenfassend bemerkt, die Hersteller bieten bereits für viele unterschiedlichste Anforderungen professionelle Lösungen. Durch die ständige technische Weiterentwicklung und schnelle Verbreitung mit stetig steigenden Einsatzmöglichkeiten, wird die Technologie in der Massenproduktion immer günstiger.

²² RFID-Labels, <https://www.zebra.com/us/en/products/supplies/rfid-labels-tags.html>, 21.11.2017, 17:57

2.2.4 Der Siegeszug einer Technologie

Die ständige Forderung der Weiterentwicklung und Automatisierung lässt immer neue Anwendungsmöglichkeiten dieser Technik entstehen. Dadurch steigt stets das Marktpotential. Folglich sind viele Investoren bestrebt die Technologie weiter zu entwickeln, um sich dadurch einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen. Die Wirtschaft braucht diese Technologie auf dem Weg zur Digitalisierung. Dadurch können wiederum neue Handlungsspielräume erschlossen werden. Die steigende Komplexität wird handhabbarer und Prozesse können in ihrer Wertschöpfung weiter optimiert werden. Mittlerweile ist es durch den Einsatz von RFID-Systemen möglich, Daten in Echtzeit in einer hohen Qualität und einer extremen Datendichte zu verarbeiten. Die fehlerreduzierten Datenbestände können über viele Beteiligungs- oder Wertschöpfungsstufen transparent hinweg genutzt werden. Dabei sind in der Industrie bereits Maschine- zu-Maschine-Schnittstellen realisierbar. Dies ermöglicht sogar eine Vernetzung weit über die Unternehmensgrenzen hinweg.²³ Trendanalysen dieser Technik haben den Aufwärtstrend dieser Technologie bestätigt. Das Statistikportal Statista hat Prognosen veröffentlicht, welche diese Entwicklung zeigen. In der nächsten Abbildung wird grafisch der weltweite Jahresumsatz mit RFID-Transpondern bis zum Jahr 2020 prognostiziert. Dabei sollte ein weltweiter Jahresumsatz von 21,9 Milliarden US-Dollar erreicht werden.

²³ Müller J. Auto-ID-Verfahren im Kontext allgegenwärtiger Datenverarbeitung-Datenschutzrechtliche Betrachtung des Einsatzes von RFID-Systemen, Kassel 2017, S. 12

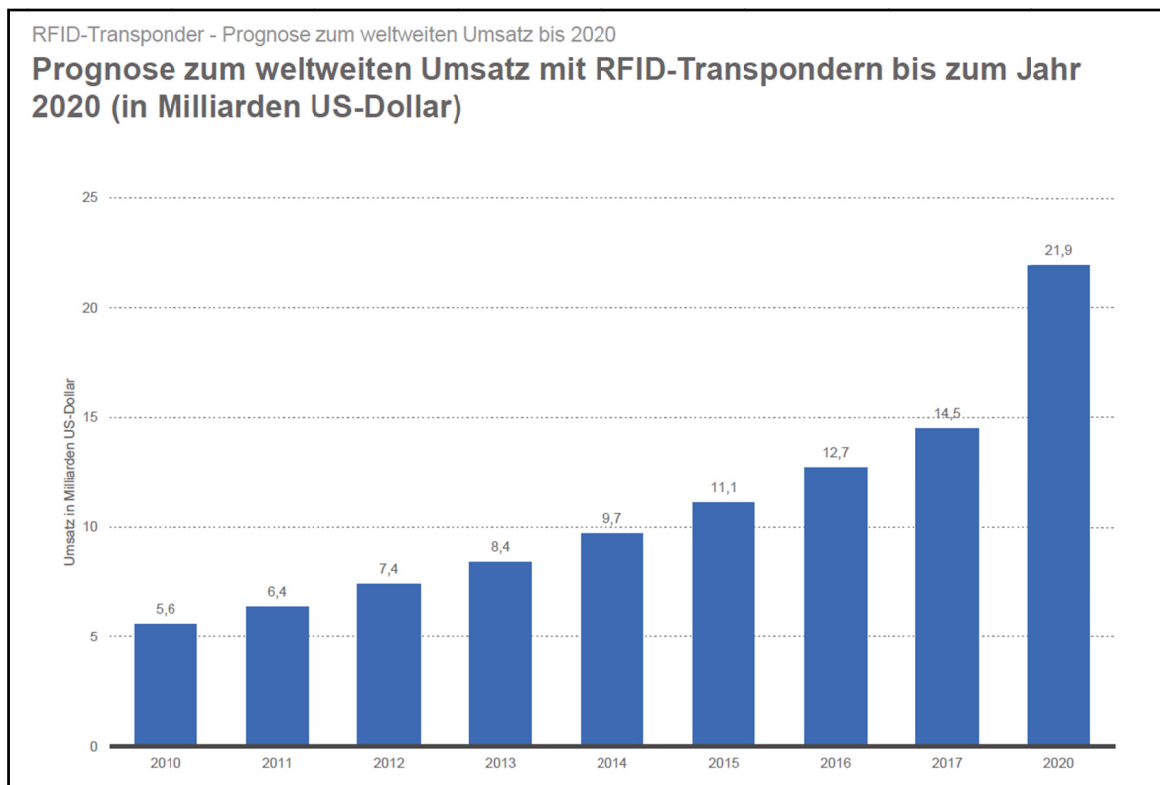


Abbildung 12: Statistik über den Jahresumsatz²⁴

Diese neueste Statistik wurde durch die Universität Jyväskylä 2013 veröffentlicht. Die dieser Studie zugrundeliegenden Daten wurden weltweit in Zeitraum zwischen 2010 und 2012 erhoben.

²⁴ Statista-Dossier, Industrie 4.0 in Deutschland-Industrie 4.0 weltweit, Hamburg 2013, S. 21

3 Strukturen und Prozesse im Unternehmen

3.1 Die Unternehmensstruktur

Ein gut überlegter und ausgeklügelter struktureller Aufbau eines Unternehmens ist Grundvoraussetzung für einen dauerhaften Erfolg. Dadurch ergeben sich primär für den Betrieb nicht nur steuerliche Vorteile, die letztendlich zu einem höheren Gewinn führen. Sekundär werden durch bewusst gewählte Geschäftsformen Haftungen des rechtlichen Vertreters und wichtige Vermögensverhältnisse geregelt. Die folgende Abbildung zeigt den strukturellen Aufbau des in dieser Arbeit betrachteten Unternehmens.

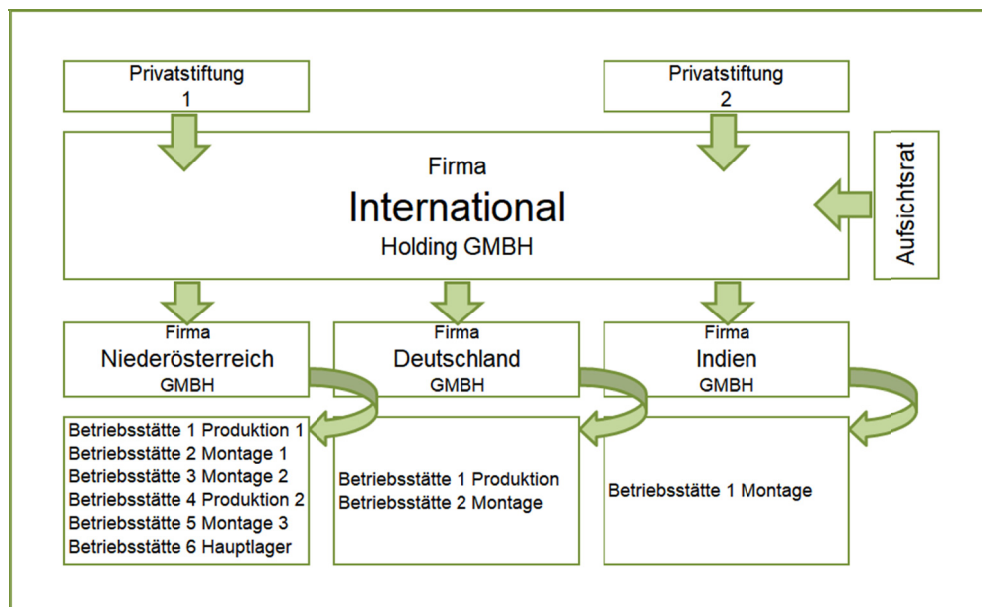


Abbildung 13: Firmenstruktur

Der Betriebszweck der in Abbildung 13 zu sehenden Holding-Organisation ist die dauerhafte Beteiligung, Verwaltung sowie Führung von verschiedenen rechtlich selbstständigen Unternehmen. Dabei kann zwischen einer Finanz- und einer Führungs-holding unterschieden werden. Der für diese Arbeit aber bedeutendere Aspekt ist das Zusammenspiel der verschiedenen teils unterschiedlichen Betriebsstätten mit dem großen Ziel des gemeinsamen Erfolgs. Ein Konkurrenzverhalten zwischen den Betriebsstätten liegt dabei nicht vor.

3.2 Die Aufbauorganisation

Die Aufbauorganisation definiert den strukturellen Aufbau der Betriebsstätte. Sie bildet den Rahmen für die benötigten Funktionseinheiten die aus der Produktionsprogrammplanung abgeleitet wurden. Ihr Ziel ist es Arbeitsprozesse zu strukturieren um sie möglichst effizient zu gestalten. Dargestellt wird sie meist als Organigramm. Durch diesen klar definierten Aufbau werden folgende

Regelungen formal festgelegt.

- Kompetenzen (welche Kostenstelle hat welche Kompetenzen)
- Verantwortungen (wer ist wofür verantwortlich im Unternehmen)
- Funktionen (wer hat welche Funktion im Unternehmen)
- Autoritäten (wer hat wem gegenüber weisungspflichten und wer ist weisungsgebunden)
- Informationsfluss (wer hat wem gegenüber Informationspflichten aber auch Informationsrechte)

Alle diese Regelungen sind für ein funktionierendes Gesamtsystem wichtig. In der betrieblichen Praxis funktioniert das Unternehmen meist an der offiziellen Struktur vorbei. Das definierte Organigramm ist meist schon bei Veröffentlichung veraltet. Oftmals spielen faktische Machtverhältnisse eine große Rolle. Jedes Unternehmen hat eine Organisation, nur weicht diese meist von der gewünschten ab.²⁵ Es wird daher versucht die MitarbeiterInnen in die Verantwortung zu nehmen. Die MitarbeiterInnen sollen ihre jeweilige Abteilung als Unternehmen im Unternehmen (kurz U. i. U genannt) sehen und sich wirtschaftlich gesehen auch so verhalten. In der betrieblichen Struktur werden diese Unternehmen im Unternehmen als Funktionseinheiten dargestellt. Die Bereichsbildung erfolgt meist durch Optimierung des Produktionsablaufes. Obwohl sich die Aufgaben der einzelnen Funktionseinheiten im Detail komplett unterscheiden, so sind sie dennoch voneinander abhängig. Dadurch ergeben sich nicht unwesentliche Schnittstellenprobleme.

²⁵ Vgl. Kreutzer, C.: BWL kompakt - Die 100 wichtigsten Themen der Betriebswirtschaft für Praktiker, 2., aktualisierte und überarbeitete Auflage, Wien, 2007, S. 28

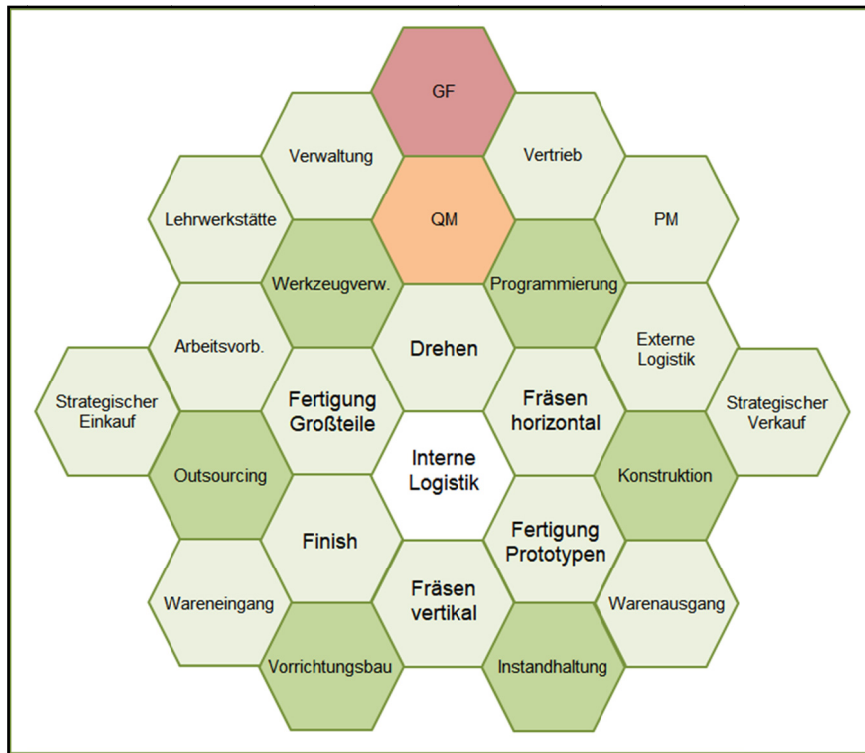


Abbildung 14: Kostenstellenstruktur

Abbildung 14 zeigt die Kostenstellenstruktur in der Betriebstätte 1 mit Produktionsschwerpunkt. In der Abbildung sind sämtliche im Unternehmen notwendigen Funktionseinheiten definiert und nach ihrer Kernkompetenz benannt. Im Zentrum der Darstellung liegt die interne Logistik, deren Aufgabe es ist, die Materialversorgung zwischen allen Funktionseinheiten sicher zu stellen. Alle umliegend kreisförmig angelegten Abteilungen sind für die Herstellung der Produktionsteile zuständig. Die in dunklerer grüner Farbe dargestellten Abteilungen sind die sogenannten Supportstellen, welche die Produktionskostenstellen mit ihren Kompetenzen optimal unterstützen sollten. In der Abbildung links sind die Abteilungen in ihrer Hierarchie dargestellt, die für die Rohmaterial-, Halbfertigteil-, Normteil- oder Zukaufteil-versorgung verantwortlich sind. In der Mitte oben, ist die Firmenführung hierarchisch dargestellt. Der rechte Teil der Abbildung zeigt den Teileabfluss und bildet die Kundenseite ab. Anhand eines einfachen Fertigungsteils möchte ich beispielhaft den Durchlauf eines Kundenauftrages durch die Produktion begleiten. Dies sollte die Komplexität der Zusammenhänge verdeutlichen und die Ist-Situation beschreiben. Ein Betriebsstätten übergreifender Ablauf wäre in seiner Abwicklung noch um einiges umfassender.

3.3 Die Ablauforganisation im PPS

3.3.1 Die betriebliche Leistungserstellung

Die Herausforderung liegt darin, die betriebliche Leistungserstellung mit größtmöglicher Wertschöpfung zu betreiben. Die Kundenaufträge sollten dem Unternehmen daher mit dem kleinstmöglichen Aufwand den größtmöglichen Nutzen einbringen. Dazu ist es jedoch erforderlich, die zur Verfügung stehenden Ressourcen optimal zu nutzen. Eine gewinnmaximierte Produktion setzt daher eine optimale Planung voraus. Die Produktionsprogrammplanung wird dabei bereits vorausgesetzt. Nun gilt es die Bestellungen optimal zu verplanen. Durch das Bilden von Teilefamilien kann die Bearbeitung optimiert werden. Neben der optimalen Auftragslosgröße muss die Arbeitsvorbereitung den optimalen Produktionsdurchlauf bestimmen. Dafür sind fertigungstechnologische Aspekte sowie Personal, Maschinenparkressourcen und extern benötigte Leistungen zu berücksichtigen. Des Weiteren sind Materialbedarfe zu bestimmen und daraus optimale Bestellmengen abzuleiten. Die ständige Kontrolle von Soll-Ergebnissen und Ist-Ergebnissen liefert dem Unternehmen wichtige Informationen für die wettbewerbsfähige Angebotslegung. Die für die Angebotslegung erstellten Arbeitspläne sind natürlich zu archivieren und müssen bei Bestelleingang nicht erneut erstellt werden. Durch eventuelle Rahmenaufträge oder Staffellungen können weitere Preisverhandlungen geführt werden. Eingehende Bestellungen müssen natürlich entsprechend verwaltet und organisiert werden. Dabei sollten Fertigungsaufträge mit optimaler Auftragslosgröße und realistischem, optimiertem Fertigstellungstermin in die Fertigungsplanung eingesteuert werden. Dies ist jedoch nur ein kleiner Teil des Aufgabengebietes einer optimalen Produktionsplanung. Aber bereits diese Aufgaben stellen eine Herausforderung für das Unternehmen dar. Daher ist es notwendig ein PPS-System (Produktionsplanungs- und Steuerungssystem und andere betriebliche Softwaresysteme zu betreiben. Diese Systeme haben die komplexe Aufgabe, Probleme der Produktionsplanung und Produktionssteuerung mit ihren vielfältigen Teilproblemen und den dazwischen bestehenden zeitlichen und sachlichen Interdependenzen möglichst optimal zu

lösen.²⁶ Diese Systeme können meist individuell auf die Anforderungen des Unternehmens abgestimmt werden. Die Möglichkeiten solcher Systeme gehen weit über die Aufgabe der Produktionssteuerung hinaus. Einige Aufgabengebiete sind bspw. die Vor- und Nachkalkulation von Aufträgen, der Einkauf von benötigten Materialien und Komponenten, die Auftragsverfolgung, die Aufzeichnung von Lagerbewegungen, und Abwicklung von Aufgaben des Rechnungswesen, des Vertriebs, der Logistik sowie der Qualitätslenkung, der Dokumentenverwaltung, usw.. Viele dieser Systeme sind zwischenzeitlich auf Industrie 4.0 ausgelegt und haben bereits integrierte Schnittstellen für den Einsatz von RFID- und anderen Auto ID-Systemen.

3.3.2 Der Produktionsauftrag

Im Zuge der Angebotserstellung wurde im PPS-System ein Arbeitsplan zum exemplarisch gewählten Artikel erstellt. Dabei wurden bereits in der Angebotsphase materielle Positionen aus der Material-, Kaufteil- oder Normteildatenbank mit der benötigten Menge pro einer Mengeneinheit des Artikels verknüpft. Neben den benötigten Komponenten wurden von der Arbeitsvorbereitung bereits alle benötigten Arbeitsschritte in Form eines Arbeitsplanes festgelegt. Nachdem die Bestellung des Kunden erfolgte, wird auf Basis dieses Arbeitsplanes der Kundenauftrag mit der benötigten Menge in die Produktion verplant. Durch die bereits hinterlegten und nun benötigten Materialien wird automatisch durch das System ein Bedarf ausgegeben oder ein automatisierter Bestellvorgang ausgelöst. Das System definiert je nach festgelegtem Fertigstellungstermin automatisch den Starttermin für den ersten Arbeitsgang im Arbeitsplan. Dabei werden hinterlegte Rüst- und Fertigungszeiten, die benötigte Stückzahl sowie definierte Übergangstage zwischen den Arbeitsgängen und eventuelle Lieferzeiten bei AH- Arbeitsgängen berücksichtigt. Der detailliert dargestellte Produktlebenslauf im Produktions- und Vertriebsprozess wird in Abschnitt 3.4 beschrieben. Wenn das benötigte Material für die Produktion verfügbar ist, wird automatisch vom System ein Produktionsauftrag gedruckt. Dieser Produktionsauftrag, auch Begleitkarte oder Arbeitskarte genannt, dient der Produktion als Arbeitsauftrag, Informationsquelle und ist ein Dokument


²⁶ Vgl. Adam D., Aufbau und Eignung klassischer PPS-Systeme, in: Fertigungssteuerung 1..., Wiesbaden 1992, S.5

welches den Produktionszyklus beschreibt und begleitet. In Abbildung 15 ist exemplarisch ein Produktionsauftrag dargestellt anhand dessen der derzeitige Produktionsablauf beschrieben wird. Diese Beschreibung der Ist-Situation bildet die Grundlage der Beurteilung, inwiefern die RFID-Technik zur Qualitätssicherung eingesetzt werden kann, bzw. werden sollte. Im ersten Teil der Begleitkarte sind die auftrags- und verwendungs-relevanten Daten zum Artikel definiert. Die ersten fünf Stellen der Auftragsnummer beschreiben die Projektzugehörigkeit. Die restlichen Stellen sind fortlaufende Auftragsnummern des Projektes. Die ersten Buchstaben der Artikelnummer zeigen den dahinter stehenden Kunden. Die Artikelnummer ist mit der Artikelnummer der Zeichnung ident. Im direkten Zusammenhang mit der Artikelnummer steht der Änderungsindex. Dieser zeigt den benötigt Stand der Zeichnung. Oftmals werden für Ersatzteilzwecke alte Ausführungen eines Werkstückes benötigt. Im rechten Bereich ist zu erkennen, ob es sich um eine Erstfertigung des Artikels handelt. Im zweiten Teil der Begleitkarte sind die benötigten Materialien oder Komponenten mit ihrer Norm- oder Handelsbezeichnung und ihrer benötigten Menge definiert. Im dritten Teil der Begleitkarte sind in der korrekten Reihenfolge die benötigten Maschinen für die betriebliche Leistungserstellung aufgelistet. Der Artikel durchläuft in seiner Produktion, der Reihe nach, alle festgelegten Arbeitsschritte. MitarbeiterInnen sehen genau, auf welcher Maschine und bis wann der Artikel gefertigt werden sollte. In der Arbeitsbeschreibung wurden von der AV fertigungsrelevante Informationen hinterlegt. Für die Produktion sind genaue Rüstzeiten und Fertigungszeiten pro Teil vorgesehen. Sollten diese nicht eingehalten werden können, muss entweder die Bearbeitungsstrategie im Arbeitsplan oder die Vorgabezeit korrigiert werden.

Die Grundvoraussetzung für einen Bestelleingang, den fortwährenden Erfolg und das wirtschaftliche Überleben eines Unternehmens sind ehrliche und realistische Zeitrückmeldungen aus der Produktion.

Falsche Zeitvorgaben in der Fertigung können meist nur infolge der Erstfertigung angepasst werden, sollten Zeiten nach wiederholter Fertigung angepasst werden müssen, können die Mehrkosten den Kunden meist nicht mehr weiterverrechnet werden.

Begleitkarte



CA 2563857

!Ihr LOGO!

Druckdatum
06.12.2017

1 Auftrag: 15753.1312
Menge: 15





Artikelnummer: CA 2563857
Bezeichnung: Lagerdeckel

Kunde: Muster Formenbau
Index: 0 Erst: has J

2

Pos.	Materialnummer	Bezeichnung	Dimension	Länge mm	Menge/Einheit	Menge/Gesamt
10	1.0570	S355	Ø60	19	1	15

3

AG. Nr. zu erl. bis	Maschine NC Progr. Vorhanden Reklamationen vorh.	Arbeitbeschreibung AG-Barcode	Erstt. Zwpr. Letzt	Pers. Nr.	Tr	Te	Gut Stk. Aussch.
10 06.12 N	Säge	Material wird als Stangenmaterial beigegeben. 			0	0	
20 11.12 J 2	NC Drehen 398	Drehen nach Zeichnung 			10	5	
30 13.12 J J	Schlosserei	Bohren und Gewindeschneiden. 			10	8	
30 18.12 N N	Fa Chrom und Zink	Verzinken lt. Zeichnung 			0	0	

4

Lagerort: Hauptlager

Versand oder Liefervermerk:

Übernahme:	Datum:	Gutstück:	Ausschuss:	Bestätigung:

Abbildung 15: Begleitkarte²⁷

Im vierten Abschnitt der Begleitkarte wird die Verwendung des Artikels definiert. Das fertiggestellte Werkstück wird im Lager oder im Versand übernommen und für seine zukünftige Verwendung eingelagert oder zum Kunden ausgeliefert. Je nach Komplexität des Werkstückes kann die Begleitkarte mehrere Seiten lang sein. Die ausgedruckte Begleitkarte wird in einer Klarsichthülle mit der dazu gehörenden Fertigungszeichnung ausgegeben. Bei Bedarf werden noch benötigte Prüfprotokolle ausgegeben, die in der Fertigung für die Prüfdokumentation benötigt werden. Alle diese Dokumente begleiten das Werkstück durch den gesamten Herstellungsprozess. Abbildung 16 zeigt die Fertigungszeichnung des betrachteten, in der Begleitkarte dargestellten, Werkstückes.

²⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an: http://alt.segoni.de/download/SEGONI_PPMS_2007.pdf, S. 14, 10.12.2017, 13:20

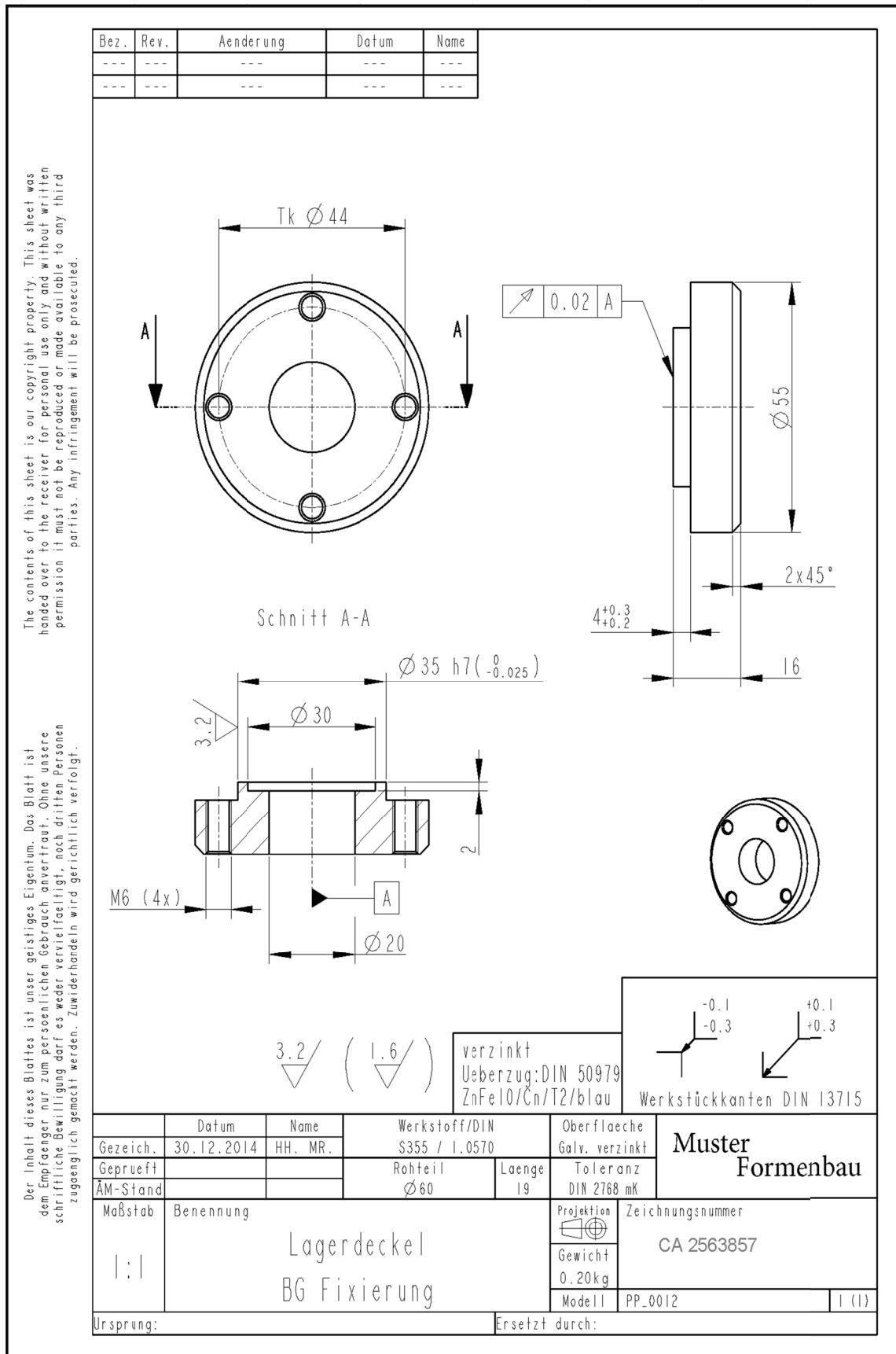


Abbildung 16: Fertigungszeichnung

3.4 Die Produktion in der Qualitätsverantwortung

3.4.1 Die Materialversorgung

Im Kontext mit der DIN EN ISO 9001:2015 und der Qualitätssicherung im Unternehmen sind Abläufe in der Fertigung klar geregelt. Für die Analyse, ob die RFID-Technik zur Qualitätssicherung eingesetzt werden kann, beginnt die Betrachtung mit der Materialversorgung. Die benötigten Positionen werden meist mittels Kunden-Stücklisten ins PPS-System überspielt. Bei den benötigten Materialzuschnitten, Kauf- oder Normteilen werden in der Materialdatenbank genaue Bestelldetails und Lieferanten hinterlegt. Für Zukaufteile werden vom Kunden Bestelldetaillisten zur Verfügung gestellt. Nach der Auftragseinplanung in die Produktion werden die benötigten Materialien oder Komponenten bei Bedarf sogar Just in Time bestellt und angeliefert. Grundsätzlich werden alle gängigen Materialzuschnitte, welche mit einem Sägearbeitsgang im Arbeitsplan starten, von einem Hauptmateriallieferanten angeliefert. Dieser liefert das Material zweimal die Woche bereits in Paletten sortiert und nach Abteilungen getrennt im Wareneingang an. Die Materialien sind in ihrer benötigten Stückzahl gesägt, in Schütten gelagert und mit einer Materialbegleitkarte pro Artikel versehen. Die Paletten werden direkt in die Startkostenstelle weitergeleitet. In der Kostenstelle wird das Material einer Wareneingangskontrolle unterzogen. In der Zwischenzeit wurden die automatisch vom System gedruckten Aufträge der korrekten Zeichnung zugeordnet. Dies erfolgt durch eigene MitarbeiterInnen, welche die Zeichnung aus dem System drucken und dabei den benötigten Änderungsstand der Zeichnung kontrollieren. Nachdem die Zuordnung erfolgte, stehen die Dokumente der Produktion zur Verfügung. Bei der Materialübernahme in der Kostenstelle werden die ausgegebenen Arbeitspapiere den gelieferten Materialien zugeordnet und grob die Materialabmaße und die Materialqualität sowie die Stückzahl überprüft. Nach erfolgter Überprüfung wird die Position am beiliegenden Lieferschein abgehakt. Das Material wird in ein schütten-optimiertes Regalsystem eingelagert. Die Lagerplatznummer wird händisch an der Begleitkarte neben der Materialposition vermerkt.

Sollten verschiedene Materialien auf der Begleitkarte angeführt sein, werden auch verschiedene Lagerplätze auf der Begleitkarte vermerkt. Grundsätzlich wird erst dann ein Auftrag gedruckt, wenn alle Materialpositionen geliefert wurden. Sollte bei einer Position eine zu frühe Materiallieferung erfolgen, wird der Lagerplatz am Lieferschein vermerkt und im Anschluss auf die Begleitkarte übertragen. Die Lieferscheine werden in der Abteilung archiviert. Die Begleitkarten werden in weiterer Folge von der Abteilungsleitung übernommen und in die Abteilung eingebucht. Das Buchen erfolgt mit einem Barcode-Scanner. Die Abteilungsleitung führt im Zuge dessen eine Machbarkeitsprüfung des Werkstückes anhand der Zeichnung durch. Es wird außerdem beurteilt, ob Ressourcen anderer Supportstellen für die Fertigung benötigt werden.

Sollten bspw. CNC-Programme für die Bearbeitung benötigt werden, wird die abteilungsinterne Programmierung über die Erstfertigung informiert. Die zuständigen ProgrammiererInnen besprechen die einzelnen Bearbeitungsschritte mit den MitarbeiterInnen an der betreffenden Fertigungsmaschine und klären unterdessen, ob Spannvorrichtungen benötigt werden. Die Programme werden extern am Computer in einem eigenen 3-D- Programmiersystem programmiert und mittels Post-Prozessor im Maschinencode ausgegeben. In diesem Programm können alle Bearbeitungsschritte in Echtzeit simuliert werden. Eventuelle Kollisionen mit dem Werkzeug können dadurch im Vorhinein vermieden werden. Bereits gefertigte Wiederholaufträge, werden Maschinenbezogen, im Bereich der Abteilungsleitung aufbewahrt.

Benötigte Kaufteile werden im Wareneingang angeliefert und dort übernommen. Sie werden anhand des Lieferscheines identifiziert und auf Lager 098 (Wareneingagslager) gebucht. Für dessen Rückverfolgbarkeit und Identifizierung wird je Position eine Materialbegleitkarte gedruckt und den Teilen beigelegt oder auf die Verpackung aufgeklebt. Je nach Prüflabel des Lieferanten wird die Ware stichprobenartig oder gar nicht überprüft. Nachdem die Übernahme erfolge, wird die Ware eingelagert und auf Hauptlager 001 gebucht. Die Buchung erfolgt mit einem Barcode-Scanner anhand der Materialbegleitkarte.

3.4.2 Die Werkstückfertigung

Die ProduktionsmitarbeiterInnen an der Fertigungsmaschine bekommen täglich eine aktuelle Belegungsliste von den AbteilungsleiterInnen ausgehändigt.

Belegungsliste		NC Drehen 398	Stand :	07.12.2017	13:27	
Pos.	Auftragsnummer	Artikel	Äl	Datum	Stk.	Verfügbar
1	15753.1312	Lagerdeckel	0	06.12.2017	15	J
2	16325.1526	Halter	A	06.12.2017	6	J
3	15753.1320	Distanz	1	07.12.2017	15	J
4	85762.1000	Flansch	-	07.12.2017	8	N
5	74000.1500	Bolzen	AA	07.12.2017	1	N
6	55300.1577	Screw	-	08.12.2017	100	N
7	15753.1223	Gehäuse	2	08.12.2017	15	J
8	15753.1280	Deckel	0	08.12.2017	30	J
9	74000.5523	Abdeckung	AA	08.12.2017	1	N
10	16325.1000	Flachteil	A	08.12.2017	2	N

Abbildung 17: Belegungsliste

Die Reihenfolge der Abarbeitung der Fertigungsaufträge erfolgt nach Reihung der Aufträge in der Belegungsliste. Die MitarbeiterInnen haben die Aufgabe die ersten fünf Aufträge für die Bearbeitung vorzubereiten. Bei den rot dargestellten Datensätzen liegt der Fertigstellungstermin bereits in der Vergangenheit. Die orangen Datensätze sind am aktuellen Tag fällig und die grünen liegen in der Zukunft. Die MitarbeiterInnen holen sich die Begleitkarte mit der Zeichnung aus ihrer Ablage im Büro der Abteilungsleitung. Man bucht den Auftrag mit dem Barcode-Scanner auf seine Maschine, mit der Bemerkung Auftrag vor Maschine und holt sich das benötigte Material aus dem Materiallager der Abteilung. In der Vorbereitungsphase müssen die MitarbeiterInnen den Äl. der Begleitkarte mit dem der Zeichnung und dem des Programmes, das aus dem Programmarchiv geladen wird, vergleichen. Der bereits existierende Werkzeugplan wird in der Werkzeugausgabe abgegeben. Dort werden die noch zusätzlich neben den Standardwerkzeugen benötigten Werkzeuge bis zum Bedarfszeitpunkt zusammengebaut. Des Weiteren organisiert man sich eine eventuell benötigte Spannvorrichtung aus dem abteilungsinternen Vorrichtungsbau, sowie benötigte Sondermessmittel.

Nachdem der Rüstvorgang abgeschlossen und der erste Teil gefertigt wurde, haben die MitarbeiterInnen die Verpflichtung eine Erstteilprüfung durchzuführen. Diese sieht eine Vollprüfung der arbeitgangrelevanten Prüfmerkmale vor.

Alle gemessenen Prüfmerkmale werden auf der Zeichnung mit einem gelben Textmarker gekennzeichnet. Die erfolgte Erstteilprüfung wird auf der Begleitkarte am Arbeitsgang mit einem Häkchen bestätigt. Der erste Teil wird mit einem Aufkleber oder einen Anhänger gekennzeichnet und geordnet abgelegt. Die MitarbeiterInnen können nun die restliche Auftragslosgröße fertigen. Während dieser Fertigung sind laufende Prüfungen vorgesehen. Der Prüfungsumfang wird durch einen technologiebezogenen Standardprüfplan oder durch eine spezifische Kundenvorgabe geregelt. Eventuelle Zwischenprüfungen werden ebenso auf der Begleitkarte bestätigt. Der letzte Teil der Serie wird einer Letztteilprüfung, die ebenso eine Vollprüfung ist, unterzogen. Auch diese Prüfvorschrift wird auf der Begleitkarte bestätigt. Nachdem nun alle Teile gefertigt wurden, wird der Arbeitsgang auf der Begleitkarte vollständig ausgefüllt. Die Werkstücke werden vorschriftsmäßig in einen Transportbehälter gelegt und mit der Begleitkarte in den Finish Bereich der Abteilung weitergeleitet. Dort wird der Auftrag im Finish Bereich angemeldet und verschwindet somit von der Belegungsliste der Produktionsmaschine. Im Finish Bereich werden die Werkstücke gereinigt, entgratet und letztendlich beschriftet. Beschriftet werden die Teile meist nur mit der Artikelnummer. Die Beschriftung auf Einzelteilebene erfolgt meist nur bei protokollpflichtigen Werkstücken. In diesem Fall werden die Artikelnummer, die Auftragsnummer und die fortlaufende Nummer am Werkstück angebracht. Geforderte Protokolle können somit dem konkreten Werkstück zugeordnet werden. Nachdem die Beschriftung der Teile erfolgte, werden diese von den EndprüferInnen der Abteilung geprüft. Dabei wird die Stückzahl überprüft, außerdem wird überprüft, ob alle vorgeschriebenen Prüfungen ordnungsgemäß durchgeführt und bestätigt wurden. Wenn alles ordnungsgemäß durchgeführt wurde und einige Werkstücke eventuell stichprobenartig gegengemessen wurden, wird der Arbeitsgang im PPS-System rückgemeldet. Die transportgerechte Verpackung wird veranlasst und der Auftrag wird durch den innerbetrieblichen Transport in die nächste Abteilung weitergeleitet. Dieser Ablauf wird bis zum letzten Arbeitsgang wiederholt, bis die Werkstücke eingelagert und der Auftrag archiviert wird.

3.4.3 Fehlerhafte Einheiten

Fehlerhafte Teile werden in der Norm als Werkstücke bezeichnet, welche eine Abweichung zu den Soll-Eigenschaften aufweisen. Wenn bei irgendeiner Prüfung im Herstellungsprozess eine Abweichung festgestellt wird, ist folgender Ablauf geregelt. Die fehlerhafte Einheit ist sofort mit einem Gesperrt-Aufkleber zu kennzeichnen. Am betroffenen Arbeitsgang ist ein Pfeil einzuzeichnen, der auf die Rückseite der Begleitkarte verweist. Auf der Rückseite ist ein festgelegter Abweichungsstempel anzubringen. Im dafür vorgesehenen Feld ist eine Fehlerbeschreibung zu dieser Abweichung zu dokumentieren, bspw.:

„Gewinde M6 in der Nut ist nicht Lehren haltig“.

Das betroffene Werkstück ist gesondert der Serie abzulegen und die Abteilungsprüfung ist zu kontaktieren. Die Abteilungsprüfung legt spätestens bei der Endprüfung die Reklamation im System an und trifft eine Entscheidung. Folgende Entscheidungen können dabei getroffen werden:

- Interne Sonderfreigabe durch die AbteilungsprüferInnen
(nur bei harmlosen Abweichungen zulässig)
- Anfrage um SF in der Montagebetriebsstätte
- Anfrage um SF beim Kunden
- Werkstück wird nachgearbeitet
- Werkstück ist Ausschuss und wird verschrottet

Sollte die Abweichung nicht behoben werden können und eine SF erfolgen, wird das Werkstück an der Verpackung für das Lager mit der SF gekennzeichnet und weitergeleitet. Im PPS werden sämtliche Entscheidungen dokumentiert. Am Abweichungsstempel an der Begleitkarte wird die Entscheidung ebenfalls vermerkt. Sollte keine Sonderfreigabe möglich sein, wird die fehlerhafte Einheit verschrottet und ein neuer Ersatzauftrag eingeplant.

3.4.4 Die Disposition

Sobald die Werkstücke alle Arbeitsschritte durchlaufen haben, wird der letzte Arbeitsgang auf der Begleitkarte im PPS-System rückgemeldet. Der/die letzte EndprüferIn bestätigt mit einer Unterschrift die Freigabe der Fertigteile für die Einlagerung oder den Versand der Teile zum Kunden. Zudem wird damit betätigt, dass alle Dokumentationen erfüllt und archiviert wurden. Sämtliche Positionen, dh. Werkstücke ohne Qualitätsmängel und solche, die eine SF bekommen haben, werden durch den innerbetrieblichen Transport ins Hauptlager weitergeleitet und dort übernommen. Die Begleitkarte wird archiviert und die Teile werden auf Hauptlager 001 und einen freien Lagerplatz gebucht. Danach befinden sich alle eingelagerten Werkstücke mit oder ohne SF im selben Lager oder sogar am selben Lagerplatz. Im Hauptlager wird ein chaotisches oder auch dynamisches Lagersystem geführt. Das bedeutet, dass die Artikel dort eingelagert werden, wo gerade ein Platz frei wurde. Sollten jedoch gleiche Artikel unterschiedlicher Aufträge bereits aus früheren Produktionen eingelagert worden sein, wird der bestehende oder ehemalige Lagerplatz für die Einlagerung vorgeschlagen. Zu jedem Artikel wird eine Historie geführt, um die Lagerbewegungen nachzuverfolgen. Das System merkt sich von jedem Artikel die bereits genutzten Lagerplätze. Dadurch können sich jedoch Lagerbestände verschiedener früherer Aufträge vermischen.

3.4.5 Die Teileverwendung

Grundsätzlich wird infolge jeder Kundenbestellung ein Vertriebsauftrag angelegt. Entweder werden vom Kunden Einzelteile, Baugruppen oder komplette Anlagen benötigt. Jeder Vertriebsauftrag verfügt über einen Fälligkeitstermin. Wenn Fertigungsteile, für einen in der Zukunft fälligen Vertriebsauftrag, durch einen Fertigungsauftrag gefertigt und auf Lager 001 gebucht wurden, werden sie am Tag der Fälligkeit dem Lager entnommen, auf den Vertriebsauftrag abgebucht und zum Kunden verschickt. Dazu werden mehrmals täglich automatische Zuordnungen über das System gestartet. Sollten in der Zwischenzeit neue, für einen Vertriebsauftrag benötigte Artikel auf gebucht worden sein, werden automatisch der Vertriebsauftrag gedruckt und die Teile abgebucht.

Für jede Baugruppe oder in weiterer Folge Anlage wird für die Montage eine Reservierungsnummer vergeben. Wenn es nur mehr begrenzt Fehlteile aus der Fertigung gibt, wird die Montage gestartet und das Projekt mit der Reservierungsnummer im Lager abgerufen. Die Einzelteile werden den Lagerplätzen in der benötigten Stückzahl entnommen und Baugruppenbezogen kommissioniert. Die Positionen sind einzeln verpackt aber werden in Baugruppen entsprechend zusammengefasst. Durch die interne Logistik werden sie dann in den Montagebetrieb weitergeleitet. Spätere, dem Lager zugebuchte Aufträge, werden täglich den Projekten nachzugeordnet. Die Buchungen werden jeweils mit Barcode-Scannern durchgeführt. Im Montagebetrieb werden die Zuordnungen den Paletten entnommen und auf Transportwagen abgelegt. Sortiert werden sie dabei nach den Baugruppennummern. Danach beginnt die Vormontage der Baugruppen und wenn die Hauptkomponenten verfügbar sind auch die Hauptmontage. Bei größeren Projekten werden Montageränge vergeben. Dadurch bekommen nicht alle Fertigungsaufträge denselben Fertigstellungstermin. Infolgedessen wird die Fertigung entlastet. Die in der Montage primär benötigten Positionen werden als erstes gefertigt, dadurch kann der Montageprozess frühzeitig beginnen. Bei der Montage der einzelnen Baugruppen und in weiterer Folge der kompletten Anlage werden die einzelnen Positionen, wenn sie montiert wurden, in der Strukturstückliste abgestrichen. Somit wird zumindest sichergestellt, dass keine Komponenten bei der Montage vergessen werden. Montiert wird nach selbst-erstellten oder vom Kunden vorgegebenen Montageanweisungen, Baugruppenzeichnungen oder aber nach dem Konstruktionsmodell. Infolge dieses Prozesses werden viele Fehler in den Modellen oder den Stücklisten erkannt und in Zusammenarbeit mit dem Kunden behoben. Betroffen von diesem Ablauf sind nur A- bzw. B-Teile. Das C-Teil Management sieht einen anderen Ablauf vor. Für die Bewirtschaftung der C-Teile (Schrauben, Normteile) wird die Stückliste unseren Lieferanten weitergeleitet. Diese liefern die Schrauben dann meist Projektbezogen in üblichen Packungsgrößen zu 50, 100 oder 500 Stk. Für große Projekte wird dafür ein eigenes Lager errichtet und von den Lieferanten bewirtschaftet. Die C-Teile von einmaligen Montageprojekten werden nach dessen Projektauflösung entsorgt. Das Umlagern dieser Komponenten ist zu aufwendig und im Verhältnis zum Einkaufspreis nicht rentabel.

4 Die Schwachstellenanalyse im Ablauf

4.1 Schnittstellenprobleme

Kann die RFID-Technik im Einsatz der Qualitätssicherung dienlich sein? Zu dieser Fragestellung sollten nun im bereits beschriebenen Produktionsprozess die Schwachstellen definiert werden. Wenn für einen Kundenauftrag Normteile oder handelsübliche Kaufteile benötigt werden, wird davon ausgegangen, dass sämtliche Positionen ohne einen Qualitätsmangel angeliefert werden. Sollten sie sich doch im Betrieb als fehlerhaft herausstellen, werden sie durch das Lieferantenreklamationsmanagement reklamiert und durch den Lieferanten kostenlos ersetzt. Diese Vorgehensweise wäre natürlich für Produktionsteile auch erstrebenswert, doch leider wirtschaftlich nicht sinnvoll. Durch die gewählte und durch Wachstum entstandene Firmenstruktur ergeben sich viele Informationsschnittstellen im Unternehmen. Aber leider nicht nur im Unternehmen. Infolge der Vergabe von Arbeitsgängen oder kompletten Fertigungen an externe Zulieferer durch das Outsourcing erweitert sich der Kreis an Schnittstellen. Somit entstehen intern und extern Anfragen um Freigabe fehlerhafter Einheiten, letztendlich auch bei den Kunden. Das größte Problem in der Qualitätssicherung ist die Informationsweitergabe zwischen den jeweils vor- oder nachgelagerten Produktionsschritten. Die Thematik dieser Arbeit ist nicht die exakte Ortung der einzelnen Positionen im Unternehmen, sondern die Nutzung der Technologie als Datenspeicher zur Informationsweitergabe. Nämlich vom Lieferanten bis zum Kunden. Oder auch nur zur internen Dokumentation. Folgende Schnittstellen im Produktlebenslauf werden als kritisch betrachtet.

- externe Lieferanten (verlängerte Werkbank) → Unternehmen

Darunter sind externe Lieferanten gemeint, die für das Unternehmen fertigen und dem Unternehmen somit externe Ressourcen zur Verfügung stellen. Dabei kommt es natürlich immer wieder zu Problemen bei der Fertigung von anspruchsvollen Werkstücken. Ein weiterer Aspekt neben der Qualität ist natürlich die Liefertreue. Somit wird in manchen Fällen der Konsens beider essentiellen Kriterien gesucht.

- Produktionskostenstellen untereinander lt. Begleitkarte

Sollte in den ersten Arbeitsschritten im Arbeitsplan ein Fehler am Werkstück auftreten, müssen die Informationen und Entscheidungen darüber transparent für die darauffolgenden Arbeitsschritte gehalten sein. Betroffene Entscheidungen nehmen oftmals Einfluss auf darauffolgende Arbeitsschritte. Bspw. wenn bei einem Werkstück bedeutend weniger Aufmaß für den Folgearbeitsgang vorhanden ist.

- Betriebstätten übergreifender Produktionsablauf

In gleicher Weise wie Kommunikationsschwierigkeiten zwischen einzelnen Arbeitsschritten auftreten können, so ist es noch problematischer Informationen zwischen einzelnen Betriebsstätten auszutauschen. Unter dem Motto aus den Augen aus dem Sinn, liegt die Verantwortung beim ursächlichen Problemverursacher, die entscheidenden Informationen an die betreffende Stelle zu kommunizieren.

- Produktion → Qualitätsmanagement → Projektmanagement → Vertrieb

Abteilungsintern ist die Informationsweitergabe an AbteilungsprüferInnen klar geregelt und kann in den meisten Fällen sogar direkt erfolgen. Das Qualitätsmanagement bekommt die Informationen meist über Systemauswertungen oder über Umwege mitgeteilt. Die lückenlose und zeitnahe Kommunikation mit dem Projektmanagement stellte sich bereits des Öfteren als schwieriger heraus. Diese Kostenstelle steht meist im direkten Kontakt mit dem Kunden und erfährt von einer Abweichung meist zu spät. Dem Vertrieb ergeht es meist nicht besser. Versprochene Liefertermine können in den meisten Fällen nicht mehr gehalten werden.

- Produktion → Wareneingang → Montage

Oftmals werden Positionen aus Gründen der Dringlichkeit direkt im Wareneingang anderer Betriebstätten angeliefert und werden ohne notwendige Informationen direkt in den Montageprozess eingesteuert.

- AH-Arbeitsgänge → Wareneingang

Problematisch ist die Warenweiterleitung zu AH-Arbeitsgängen. Der vorgelagerte Arbeitsschritt muss die Teile vor dem Weiterleiten zum AH-Arbeitsgang freigeben. Dabei sind alle Abweichungen so zu dokumentieren und die Teile entsprechend zu kennzeichnen, dass die Informationen bei der Warenübernahme wieder berücksichtigt und eventuell weitergegeben werden können. Der Bestelltext für die AH-Behandlung ist mit relevanten Daten der SF entsprechend abzuändern. Oftmals liegt das Problem aber bei der Artikelkennzeichnung von fehlerhaften Einheiten. Angebrachte Anhänger müssen bei der AH-Behandlung meist entfernt werden. Dies geschieht bei Oberflächenveredelungen oder Härteprozessen. Die fehlerhafte Einheit muss bei der Warenübernahme wieder gekennzeichnet weitergeleitet werden. Natürlich sind davon auch Positionen betroffen, welche bei der AH-Behandlung eine SF erhalten. Erschwerend dazu kommen Oberflächenbeschädigungen welche beim Transport zwischen den einzelnen Stationen entstehen. Grundsätzlich hat erfahrungsgemäß keine beteiligte Partei die Beschädigungen verursacht.

- Produktion → Lager

Sonderfreigaben einzelner fehlerhafter Einheiten die der Produktion erteilt werden, müssen natürlich auch entsprechend dokumentiert und visualisiert werden. Bei der Übernahme im Lager müssen die einzelnen Artikel mit den Sonderfreigaben gekennzeichnet eingelagert werden.

- Lager → Montage → Kundenprojekt

Darunter sind Warenbewegungen vom Lager in die Montagebetriebsstätte zu verstehen. Dabei müssen zur richtigen Zeit die fehlerhaften Einheiten der Montage zugeordnet werden. Die verantwortliche Montage-Teamleitung benötigt alle zuvor getroffenen Entscheidungen, um eventuelle notwendige Arbeitsschritte zu veranlassen. Zudem müssen bei externen Freigaben vom Kunden die betroffenen Positionen in den dafür vorgesehenen Anlagen montiert werden.

- Nacharbeitsaufträge

Infolge dieser Abarbeitung liegt meist kein Dokumentationsproblem vor. Diese Aufträge werden bereits entsprechend gesteuert. Das primäre Problem liegt hier in der Dringlichkeit der Nacharbeiten. Meist werden die fehlerhaften Positionen bereits in den nachgelagerten Kostenstellen oder Arbeitsschritten benötigt. Sondertransporte sind an dieser Stelle meist die Regel.

4.2 Kennzahlen zur Zustandsbeurteilung

Zur Zustandsbeurteilung im Unternehmen werden Kennzahlen benötigt. Die in Folge dargestellten Diagramme sollten einen Eindruck über den Umfang der Situation vermitteln.

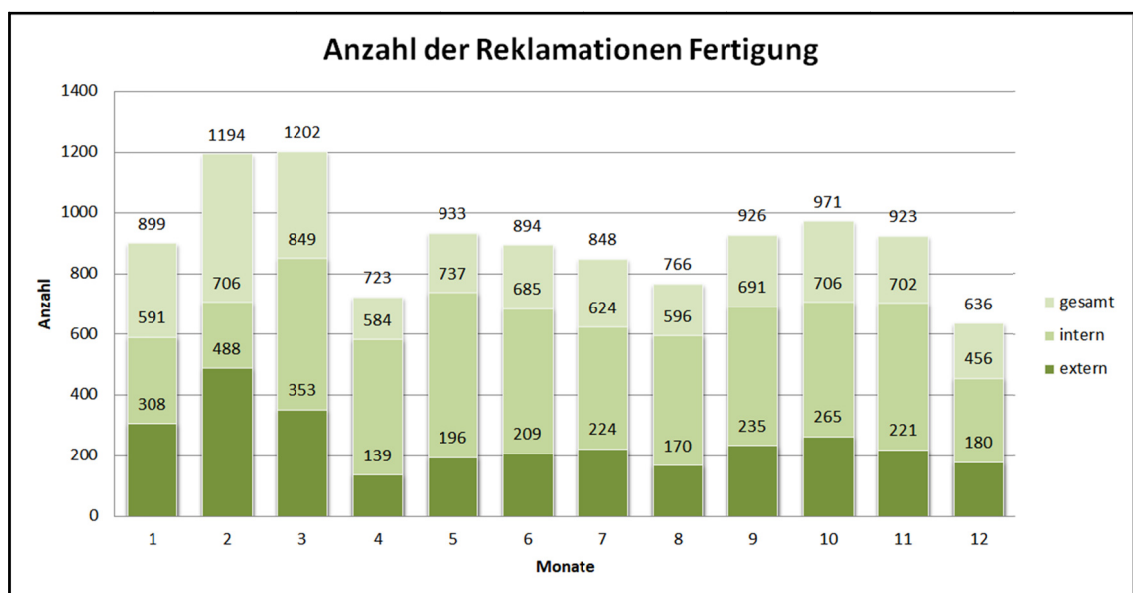


Abbildung 18: Anzahl der Reklamationen Fertigung 2017

Abbildung 18 zeigt die Anzahl der Reklamationen in der Fertigung der gesamten Firmengruppe. Darin enthalten sind alle internen und externen Reklamationen pro Monat. Kumuliert betrachtet ergibt sich ein Gesamtwert an Reklamationen in im Zuge der Produktion aufgetreten ist ein Wert vom 13161 Reklamationen im Jahr 2017.

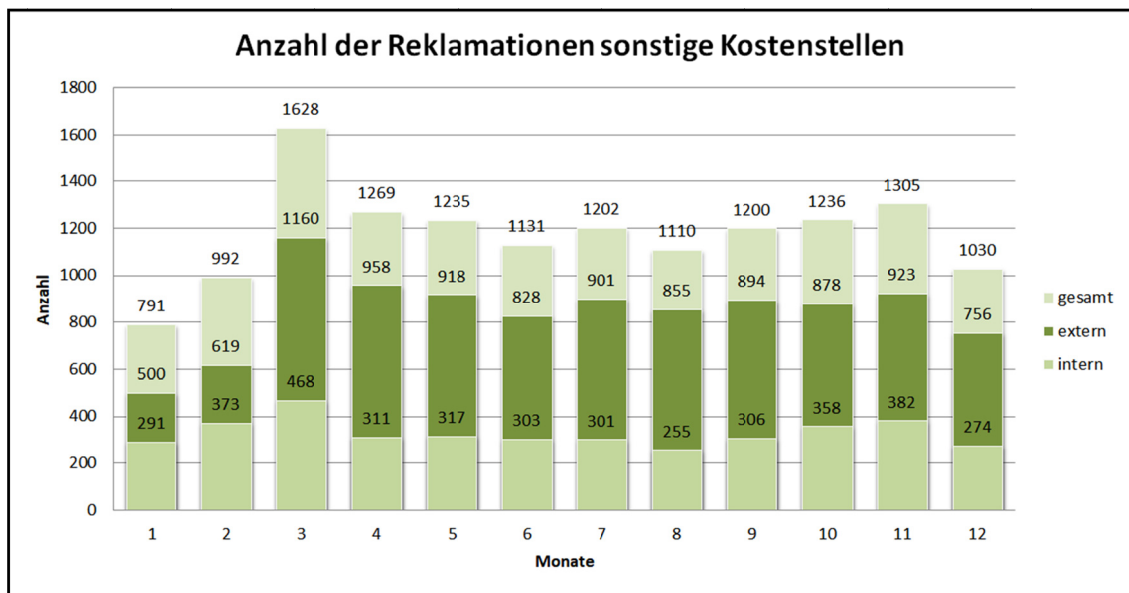


Abbildung 19: Anzahl der Reklamationen sonstiger Kostenstellen

Abbildung 19 zeigt alle anderen Reklamationen der Firmengruppe, die nicht der Produktion angelastet werden. Daher ist hier der Wert der externen Reklamationen bedeutend höher. Kumuliert dargestellt ergibt sich infolge dieser Betrachtung ein Wert von 16955 Reklamationen im Jahr 2017.

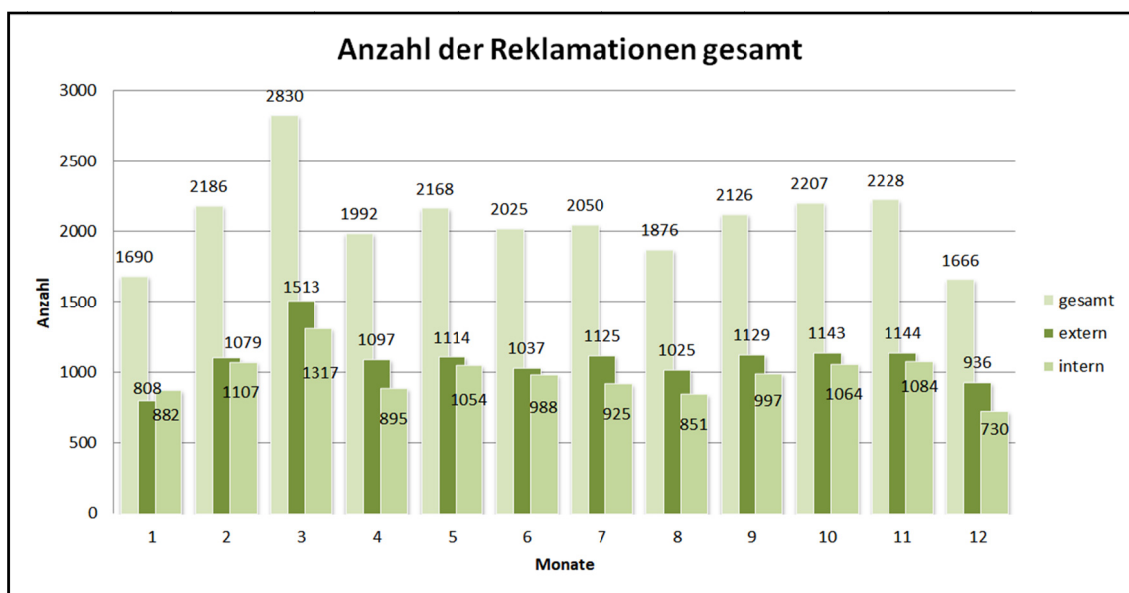


Abbildung 20: Reklamationsauswertung gesamt

Die Gesamtdarstellung der Ist-Situation im gesamten Unternehmen ist in Abbildung 20 deutlich zu erkennen. Durch diese Darstellung über das gesamte Jahr 2017 ergibt sich ein kumulierter Wert von 30116 Reklamationen. Diese doch sehr hohe Anzahl zeigt die Wichtigkeit eines sauberen nachvollziehbaren Ablaufs.

Die nächste Abbildung zeigt die Anzahl der getätigten Anfragen um eine Sonderfreigabe.

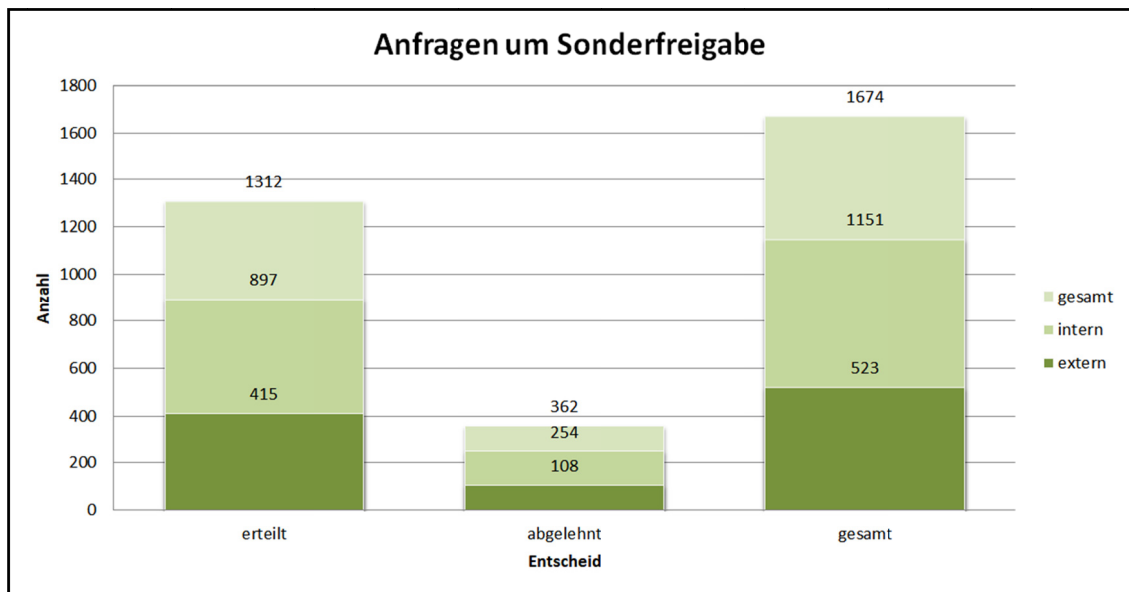


Abbildung 21: Anfragen um Sonderfreigabe

Im Jahr 2017 wurden gesamt 1674 Sonderfreigaben angefragt. Davon wurden 1312 Freigaben erteilt. 415 davon direkt von den Kunden, also externe Freigaben. Im Verhältnis zu der gesamten Anzahl an Reklamationen wurden nur rund 5,6% der Reklamationen angefragt.

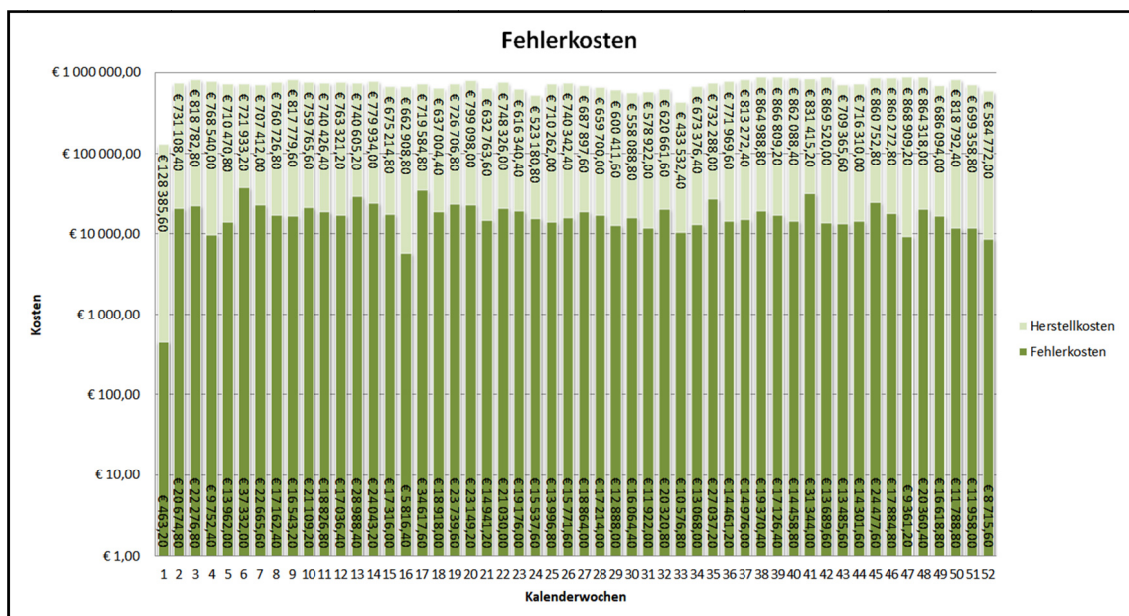


Abbildung 22: Fehlerkosten

Abbildung 22 zeigt die Herstellkosten und die Fehlerkosten der Fertigung. Diese Kennzahlen werden in der Praxis für jede Kostenstelle separat ausgewertet und den Abteilungen zur Verfügung gestellt. Ziel ist es den Fehlerkostenanteil jeder Kostenstelle jährlich zu senken. Ein Ziel wäre ein Wert unter 1%. Der Fehlerkostenanteil in (%) errechnet sich aus folgender Formel:

$$\frac{\text{Fehlerkosten}}{\text{Herstellkosten}} \times 100$$

Nach den Angaben aus Abbildung 22 ergibt sich ein kumulierter Fehlerkostenanteil von 2,46% über alle Fertigungskostenstellen. Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung der erhobenen Daten aus dem Jahr 2017.

Tabelle 2: Reklamationsauswertung 2017

Reklamationsauswertung 2017											
Anzahl Reklamationen	Reklamationen Fertigung			Reklamationen sonst. Kst.			Reklamationen gesamt				
	intern	extern	gesamt	intern	extern	gesamt	intern	extern	gesamt		
	9576	3586	13161	4727	12228	16955	14302	15814	30116		
Anfragen um Sonderfreigaben	Sonderfreigaben erteilt			Sonderfreigaben abgelehnt			Sonderfreigaben angefragt				
	intern	extern	gesamt	intern	extern	gesamt	intern	extern	gesamt		
	1076	498	1574	305	130	434	1381	628	2009		
Anzahl Fertigungsarbeitsgänge	Unternehmen gesamt										
	in Ordnung	reklamiert	gesamt								
	291623	16031	307654								
Gefertigte Stückzahlen	Unternehmen gesamt										
	in Ordnung	reklamiert	gesamt								
	3750510	98830	3849340								
Fehlerkostenanteil	Fertigung i.H.										
	Herstellkost.	Fehlerkost.	Anteil in %								
	€ 37 234 812,00	€ 917 180,40	2,46%								

4.3 Das Dokumentationsproblem

Wie bereits erwähnt liegt die Problematik in der Informationsweitergabe bei Sonderfreigaben einzelner verantwortlicher Kostenstellen. Externe Lieferanten haben die Möglichkeit über das Outsourcing bei der Qualitätssicherung eine Sonderfreigabe zu bekommen. Sollte eine Sonderfreigabe erfolgen, muss die Ware mit dieser gekennzeichnet im Wareneingang angeliefert werden. Die Ware mit der Freigabe wird übernommen und zur nächsten Kostenstelle oder dem Lager zur Einlagerung weitergeleitet. Dabei ist es möglich, dass die Dokumentation über die Freigabe verloren geht. Wenn das Werkstück eingelagert wird, wird dieses wie gewöhnlich gebucht. Sollte das Werkstück etwas kleiner sein und noch einige weitere Werkstücke am selben Lagerplatz eingelagert werden, werden die Serien untereinander vermischt. Sollte die Dokumentation über die SF an dieser Stelle verloren gehen, kann die SF nicht mehr zugeordnet und nachvollzogen werden. Zumal sich die Sonderfreigabe bspw. vom Kunden auf eine bestimmte Anlage bezieht, muss die betroffene Position auch einer bestimmten Reservierung zugeordnet werden. Die Positionen werden bei Montagestart im Lager der Reservierungsnummer zugeordnet und ausgegeben. Dabei wird aus dem Lagerfach der nächstmögliche Teil entnommen, eine spezielle freigabebezogene Ausgabe müsste auf spezielle Anforderung hin erfolgen und ist daher infolge einer standardmäßigen Zuordnung nicht möglich. Egal ob die Abweichungen nun zwischen den Produktionskostenstellen, bei einem Betriebstätten übergreifenden Produktionsablauf oder eine der genannten Möglichkeiten und Schnittstellen ihren Ursprung haben. Die Anfrage um Sonderfreigabe erfolgt immer bei der Qualitätssicherung. Diese hat die Möglichkeit bei Montageprojekten selbst Entscheidungen zu treffen oder fragt beim Kunden um eine Sonderfreigabe an. Die Anfrage an die Qualitätssicherung der Montage erfolgt per E-Mail. Dazu wird eine interne Reklamation angelegt und die Reklamationsnummer zur Nachverfolgung in einer Liste angeführt. Gesendet wird die Anfrage an eine dafür vorgesehene E-Mail Adresse der Montage. Die dafür zuständigen MitarbeiterInnen bearbeiten die Anfrage und treffen eine Entscheidung in Zusammenarbeit mit der zuständigen Teamleitung der betroffenen Montagelinie.

Die getroffenen Entscheidungen, sowie die Dauer der Bearbeitungszeit werden ebenso in der geführten Liste vermerkt. Sämtliche Entscheidungen mit den dazugehörenden Dokumenten werden im PPS in der angelegten Reklamation archiviert. Die Bearbeitung der Reklamation wird geschlossen. Die Antwort auf die Anfrage wird der fehlerhaften Einheit beigelegt. Diese wird zur nächsten Kostenstelle weitergegeben. Das große Problem liegt somit in der konkreten Zuordnung fehlerhafter Einheiten zu ausgewählten Anlagen. Somit kann nicht nachvollzogen werden, wo und in welcher Anlage wie viele fehlerhafte Einheiten verwendet wurden.

5 Der Lösungsansatz als Sollsituation

5.1 Ist die RFID- Technik die ultimative Lösung?

Im nächsten Abschnitt wird die Soll-Situation dargestellt. Durch die genaue Betrachtung der Ist-Situation im Unternehmen sind eventuelle Schwachstellen im System bekannt. Es stehen uns durch einen Einsatz der RFID-Technik weitere Möglichkeiten zur Verfügung, die zu einer Verbesserung der Situation einfließen könnten. Dadurch entsteht eine neue Soll-Situation. Grundsätzlich könnte der gesamte Güterstrom durch diese Technik überwacht werden. In einigen Branchen wie dem Handel wird das auch gemacht. Bspw. werden Kleidungsstücke bei der Kommissionierung durch den Hersteller vor der Auslieferung mit einem RFID-Chip versehen, oder der Transponder wird bereits in der Kleidung eingenäht. Dadurch werden nachfolgende Prozesse erleichtert. Der gesamte Inhalt eines Paketes kann dadurch in Sekunden erfasst und automatisch gebucht werden. Die dadurch gewonnenen Daten können im Anschluss automatisiert weiterverarbeitet werden. Zudem ist die Ware dadurch gegen Diebstahl geschützt. Im Maschinenbau ist es bereits durchaus üblich diese Technologie in der Lagerlogistik einzusetzen. Im Maschinenbau, in der Fertigung, hat sie sich noch nicht durchgesetzt. Infolge der ständigen technischen Weiterentwicklung und Realisierung von Industrie 4.0 im Maschinenbau ist es durchaus denkbar, dass in Zukunft alles digitalisiert wird, was digitalisiert werden kann. Die Technologie selbst findet bereits in einigen Bereichen des Unternehmens ihre Anwendung. Dabei handelt es sich aber um in sich geschlossene Systeme wie dem Zutrittskontrollsystem in Kombination mit der Gebäudealarmsicherung. In der Personalverrechnung wird dieses System zur Personalisierung der MitarbeiterInnen verwendet. Mit Hilfe der RFID-Technik ist es möglich ein detailliertes time management system, mit einer Echtzeit Anwesenheitszeitverwaltung zu führen. Die tägliche sehr aufwendige Datenpflege wird dadurch enorm vereinfacht und automatisiert. Trotz einem MitarbeiterInnenstamm von über eintausend MitarbeiterInnen hat jede Person jederzeit den Überblick über das eigene Zeit- und Urlaubskonto. Grundsätzlich sollte in diesem Fall die Technologie im Produktlebenslauf zur Qualitätssicherung eingesetzt werden.

Dazu müssten sämtliche Kauf-, Norm- oder Fertigungsteile auf Einzelteilebene mit Transponder versehen werden. In der Automobilindustrie wird die Verantwortung für die lückenlose Rückverfolgbarkeit der Teile auf den Zulieferer übertragen. Somit wird der dafür benötigte Aufwand einfach ausgelagert. Im produzierenden Unternehmen ist dies nur begrenzt möglich. Das Optimum wäre erreicht, wenn es möglich wäre eine komplett montierte Anlage bei der Auslieferung zu scannen. Dies aber bis auf Einzelteilebene (Schrauben) heruntergebrochen. Dabei könnten von allen verbauten Komponenten gespeicherte Informationen ausgelesen und eventuell dem Kunden zur Verfügung gestellt werden. Die verschiedenen Normteile, die über das C-Teil Management abgehandelt werden, könnten über die Lagerbehältnisse gebucht werden. Die Verpackungseinheiten werden bereits vom Lieferanten RFID-gelabelt angeliefert. Die Kaufteile, welche vom strategischen Einkauf bestellt werden, werden bei der Warenannahme mit der internen Kundenartikelnummer oder sogar mit einer Warenbegleitkarte gekennzeichnet. Möglich wäre auch hier der Einsatz der RFID-Technik. Auf den eingesetzten Transpondern könnten noch weitere kundenrelevante Daten hinterlegt werden. Im Warenlager werden in der Regel aber die Lagerbehältnisse mit dieser Technologie versehen, um den Ein- und Auslagerungsprozess zu beschleunigen. Im Kontext mit der chaotischen Lagerhaltung können am Behältertransponder gespeicherte Behältergrößen optimal mit den gespeicherten Lagerplatzdaten kombiniert werden. Durch die Installation von Lese- und Schreibgeräten an Schlüsselpositionen an bspw. Ein- oder Ausfahrten, könnten gewisse Lagerbuchungen automatisiert erfolgen. Dies könnte in weiterer Folge auf dem gesamten Betriebsgelände an Schlüsselpositionen erfolgen. Für den Fertigungsdurchlauf kann es durchaus sinnvoll sein, hochwertige Produkte in der Produktion mit RFID-Transponder zum Zwecke der Qualitätssicherung zu versehen. Dabei könnten auch diese Positionen im Wareneingang einen RFID-Tag bekommen oder könnten bereits vom Lieferanten gelabelt angeliefert werden. Dafür sollte aber der gesamte Teilefluss überdacht werden. Mit dem heutigen Stand der Technik ist es aber noch immer nicht sinnvoll, die Rohmaterialien auf Einzelteilebene damit zu kennzeichnen. Dazu müssten die Tags auf den Materialien, die in nachfolgenden Prozessen noch materialabtragend bearbeitet werden, direkt angebracht werden. Dies ist jedoch weder sinnvoll noch möglich. Die Materialbegleitkarten hingegen könnten sehr wohl mit Transpondern versehen werden.

Dadurch ist das Material jedoch nur auf Auftragsebene gekennzeichnet. Sollte diese Technologie in dieser Form zur Anwendung kommen, sind jeweils die Ladungsträger gekennzeichnet und könnten in Abteilungsschleusen automatisch der Abteilung zugebucht werden. Dies ersetzt jedoch nicht die Teileübernahme und Überprüfung der Materialien auf ihre korrekte Lieferung. Wenn in weiterer Folge auch die Begleitkarten mit Tag versehen werden, können auch diese automatisch in der Produktion gebucht werden. Dabei ist die Möglichkeit der Stapelverarbeitung sehr hilfreich. Wenn die einzelnen Tags auf den Materialien oder Lagerbehältnissen und an den Begleitkarten an jedem Gate automatisch im PPS gebucht werden, kann der Lagerort aller Positionen jederzeit am gesamten Betriebsgelände eingegrenzt werden. Auf den jeweiligen Tags könnten zum Zwecke der Qualitätssicherung diverse Informationen oder kundenspezifische Qualitätsanforderungen gespeichert werden. Technisch ist es aber auch möglich, visuelle oder akustische Signale automatisch auszulösen, wenn der Tag von einem definierten Lesegerät aktiviert wird. Auf diese Weise könnten benötigte Prüfungen vom System systematisch eingefordert werden. Diese müssten personalisiert bestätigt werden. Des Weiteren könnten diese Tags Hinweise zu Reklamationen aus der Vergangenheit oder Informationen zu Nacharbeiten vorgelagerter Kostenstellen enthalten. Sollten in Echtzeit Informationen wie Messergebnisse aus der aktuellen Produktion benötigt werden, könnten diese durch den Tag beim Eintreffen in der betroffenen Kostenstelle eingefordert werden. Nach der Eingabe dieser Ergebnisse ins System könnte das Protokoll automatisiert dem Kunden zugänglich gemacht werden. In Verbindung mit einer weiterführenden Informationsdatenverarbeitung sind den Möglichkeiten der Anwendung kaum Grenzen gesetzt.

5.2 Das Brainstorming zur Einsatzbeurteilung

Es wäre aber nicht sinnvoll dieses System allein zur Qualitätssicherung einzusetzen. Es ist ebenso nicht wirtschaftlich, das Rohmaterial auf Einzelteilebene mit dieser Technologie zu versehen. Die zuletzt aufgezählten Möglichkeiten könnten auch mit Hilfe einer alternativ gewählten Lösung umgesetzt werden. Sollte diese Technologie im Unternehmen genutzt werden und flächendeckend die Infrastruktur dafür aufgebaut werden, sollten die

Vorteile auch bestmöglich in anderen Bereichen des Unternehmens genutzt werden. Zur besseren Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten und der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit entlang der Wertschöpfungskette, wurde ein Brainstorming durchgeführt. Dazu wurde ein kleiner Arbeitskreis aus prozessverantwortlichen AbteilungsleiterInnen, KVP-Beauftragten sowie ausgewählten VertreterInnen anderer Werke gebildet. Diese wurden in groben Zügen über die Möglichkeiten dieser Technologie in Kenntnis gesetzt. Nach Abschluss einer kleinen Präsentation erhielten die TeilnehmerInnen die Aufgabe sich Gedanken über Einsatzmöglichkeiten dieser Technologie in ihren Bereichen zu machen, um sich die Arbeit im täglichen Geschäft zu erleichtern. Im Zuge einer erneuten Besprechung dieser Arbeitsgruppe wurde ein Brainstorming durchgeführt. Dabei wurden alle MitarbeiterInnen aufgefordert, in fünf Minuten für sich, ihre Sichtweise zu den Einsatzmöglichkeiten der Technologie in Stichworten auf Post It's zu vermerken. In weitere Folge wurden diese Stichworte von den einzelnen MitarbeiterInnen auf ein Flipchart geklebt und kurz beschrieben. Dieser Kreis könnte natürlich in weiterer Folge durch weitere externe BeraterInnen erweitert werden, mit deren Hilfe weitere technische Möglichkeiten erkannt werden sollen.

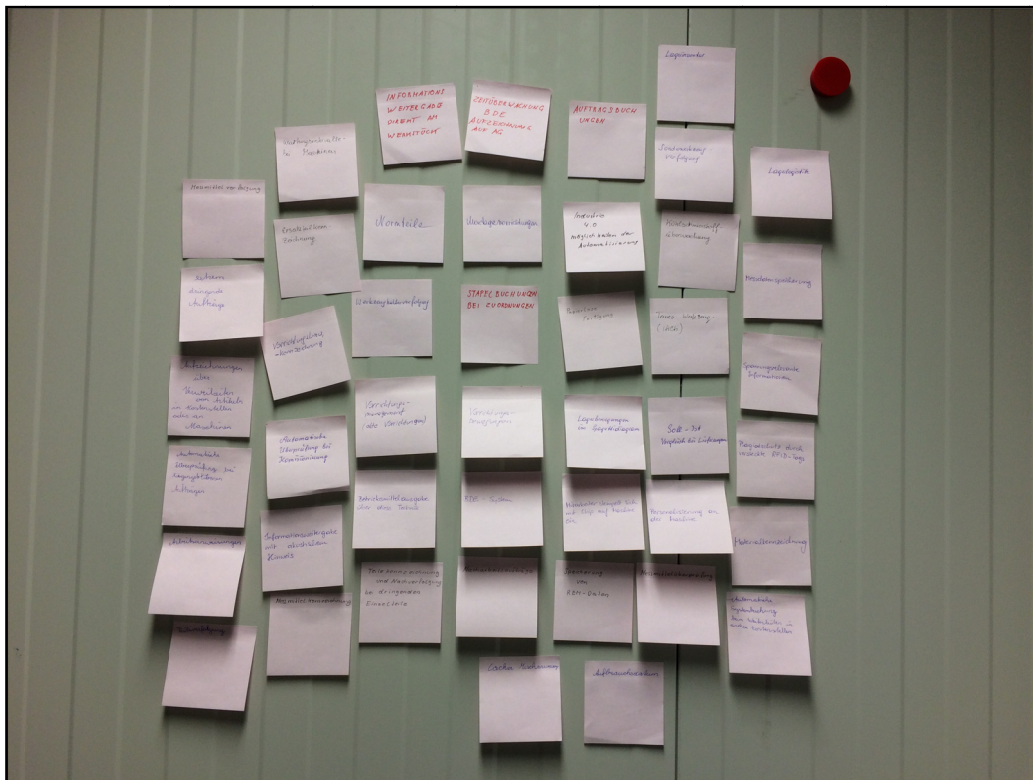


Abbildung 23: Brainstorming

Das Ergebnis dieser Veranstaltung ist in Abbildung 23 zu sehen. Bereits in der ersten Analyse zeigten sich schon viele Möglichkeiten derer Nutzung. Auch viele Prozessverantwortliche sahen Vorteile in der Nutzung dieser Technologie im Unternehmen. Im Anschluss zur Ideensammlung wurden die einzelnen Stichworte den betroffenen Abteilungen zugeordnet. Diese Zuordnung war notwendig, um zum einen den Überblick zu bewahren und andererseits den größten Bedarf zu bestimmen. Dabei wurde zwischen folgenden Bereichen im Unternehmen unterschieden:

- Produktionsleitung
 - Automatische Systembuchungen bei der Weiterleitung von Aufträgen in andere Kostenstellen.
 - Die Verfolgung extrem dringender Aufträge durch die Fertigung
 - Automatische Teileverfolg im gesamten Unternehmen
 - Automatische Überprüfung und Meldung von Aufträgen mit Liefertermin in der Vergangenheit
 - Genaue Aufzeichnung von Durchlaufzeiten einzelner Positionen bei Engpassmaschinen oder Kostenstellen.
 - Die Personalisierung an der Produktionsmaschine
 - Plagiat Schutz durch versteckte RFID-Tags
 - Erleichterung der JIT Fertigung und Anlieferung
- Fertigung
 - Hinterlegung von Arbeitsanweisungen (Artikel oder Auftragsbezogen)
 - Materialkennzeichnung von Rohmaterialien zur eindeutigen und schnellen Identifizierung
 - Informationsweitergabe mit akustischen oder visuellen Hinweisen
 - Spannungsrelevante Informationsbereitstellung und Weitergabe
 - Stapelbuchungen von Aufträgen in verschiedensten Abschnitten der Abteilung
 - Automatisierte Auftragsbuchungen
 - Informationsweitergabe direkt am betroffenen Werkstück

- Gruppenleitung
 - MitarbeiterInnen stempeln sich mit einem Chip auf der Maschine ein, an der sie gerade arbeiten
 - Technologie kann bei der BDE zur Anwendung kommen
- Vorrichtungsbau
 - Aufzeichnung der Vorrichtungsbewegungen
 - Vorrichtungsmanagement (Überwachung alter Vorrichtungen)
 - Kennzeichnung von Vorrichtungen mit verschiedensten relevanten Informationen, wie Lagerplatz, Vorrichtungsnummer, Kunde, Spannung, Änderungsstand usw.
- Werkzeugausgabe
 - Betriebsmittel können über dieses System durch Personalisierung ausgegeben werden. Eine interne Verwaltung ist nicht mehr notwendig
 - Verfolgung von Werkzeugaufnahmen
 - Verfolgung von Sonderwerkzeugen
- Instandhaltung
 - Ersatzteilkennzeichnung mit relevanten Daten
 - Überwachung der Wartungsintervalle bei Maschinen
 - Kühlschmierstoffüberwachung
 - Überwachung und Diebstahlschutz von teurem Handwerkzeug (HILTI)
- Lackierung
 - Überwachung des Ablaufdatums von Lackgebinden
 - Speicherung von Mischanweisungen zu einzelnen Lacken
- Qualitätswesen
 - Messmittelverfolgung von ausgeliehenen Messmitteln in anderen Kostenstellen
 - Messmittelkennzeichnung zur genauen Identifizierung von Messmitteln mit ihren hinterlegten Lagerorten.
 - Zur Überwachung einer termingerechten Messmittelüberprüfung
 - Die Speicherung von Reklamationsdaten aus der Vergangenheit direkt am Artikel oder Auftrag

- Erleichterte und effiziente Überwachung der Nacharbeitsaufträge und Kennzeichnung dringender Einzelteile
- Messdatenspeicherung direkt nach dem Ermitteln der Messdaten am Werkstück
- Lager, Versand
 - Erleichterte Lagerinventur
 - Verfolgbare Lagerlogistik
 - Soll- Ist-Vergleich bei Lieferungen
 - Automatische Überprüfungen bei Kommissionierungen
 - Lagerbewegungen im Spagetti Diagramm
 - Stapelbuchungen bei Zuordnungen
- IT
 - Papierlose Fertigung
 - Ein Schritt in die Richtung Industrie 4.0 mit allen ihren Möglichkeiten der Automatisierung
- Montage
 - Kennzeichnung der Lagerbehälter von Normteilen
 - Kennzeichnung von Montagevorrichtungen
 - Überwachung des Montagefortschrittes durch automatische Buchung, Komponente montiert

Viele doppelt genannte Anwendungsmöglichkeiten wurden bereits bei der Nennung vereinheitlicht formuliert. Wie bereits an dieser Aufstellung zu sehen ist, kann die Technik, wenn sie im Unternehmen integriert wird, in vielen Bereichen verwendet werden. Jedoch bringen viele dieser Anwendungsmöglichkeiten keinen hohen wirtschaftlichen Nutzen. Viele dieser Themen könnten kostengünstig mit einfachen Richtlinien und Vorgaben im Ablauf verbessert werden. Nach der Betrachtung der vielen Einsatzmöglichkeiten der Technologie im Unternehmen sollten auch einige Nachteile nicht ungenannt bleiben.

5.3 Nachteile und Risiken der RFID-Technik

Natürlich bietet diese Technologie viele Vorteile, die sich das Unternehmen zu Nutze machen könnte, jedoch ist die Umsetzung in der Praxis mit einem enormen Aufwand verbunden. Alle Problematiken der Anwendung an dieser Stelle im Detail zu betrachten, würde über den Umfang dieser Arbeit weit hinausgehen. Trotzdem sollten die bedeutendsten an dieser Stelle genannt werden. Durch die Tatsache, dass die Technik in einem metallverarbeitenden Unternehmen zur Anwendung kommen sollte, können nicht die günstigsten Transponder zum Einsatz kommen. Die Transponder müssen in metallischer Umgebung lesbar und für spezifische Anwendungen auch beschreibbar sein. Diese Transponder in der Masse auf Einzelteilebene bei Low-Cost Teilen zu verwenden ist derzeit noch zu unwirtschaftlich. Zudem die Werkstücke mit einem sehr geringen Automatisierungsgrad die Wertschöpfungskette durchlaufen. Für einen höheren Automatisierungsgrad müssten am gesamten Betriebsgelände Lesegeräte installiert werden, dessen Anschaffung und Installation natürlich mit enormen Investitionskosten verbunden ist. Eine weitere Herausforderung ist es diese Technologie in das IT-Netzwerk des Unternehmens einzubinden. Dies scheint die größte Herausforderung zu sein. Das aktuell genutzte PPS-System sieht keine Einbindung einer solchen Technologie vor und stößt mit dessen Möglichkeiten an die Grenzen des machbaren. Daher müsste die Implementierung infolge einer umfassenderen Umstrukturierung erfolgen. Eine weitere nicht weniger brisante Thematik für das Unternehmen und dessen Kunden ist die Datensicherheit dieser Systeme.

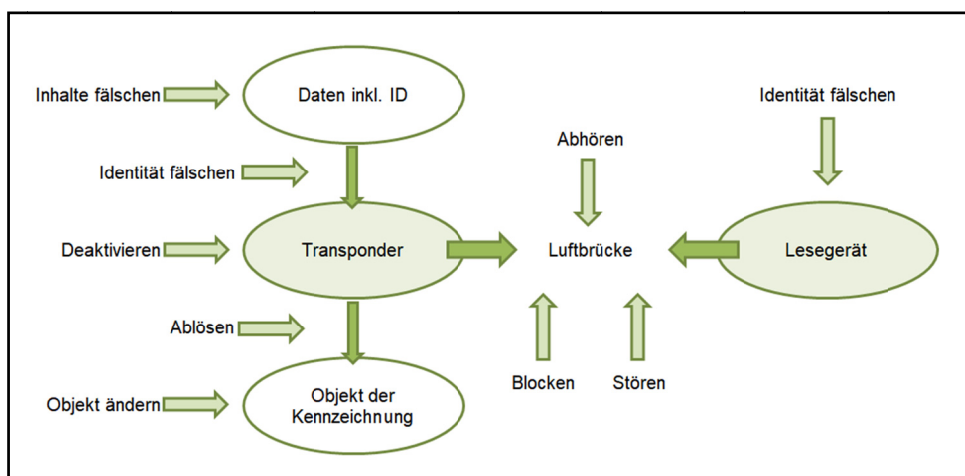


Abbildung 24: Angriffsarten bei RFID-Systemen²⁸

²⁸ Überarbeitete Darstellung, Oertel B. u.a. Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen, Studie im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn 2004, S. 36.

Wie in Abbildung 24 zu sehen gibt es einige Möglichkeiten der Manipulation durch eine ungewünschte Partei. Im Zuge der Weiterentwicklung der Systeme wird zwar versucht diese Schwachstellen bestmöglichst zu beseitigen, jedoch gilt es immer noch ein gewisses Restrisiko zu bewerten. Folgend genannte Manipulationen gelten als möglich:

- Die Fälschung von Inhalten im Transponderspeicher und die Änderung der Identifikationsnummer
- Fälschung der Identität des Transponders
- Die Deaktivierung oder Zerstörung des Transponders
- Das Ablösen des Transponders vom Objekt der Kennzeichnung
- Die Änderung des Objektes
- Abhören der Kommunikation an der Luftbrücke zwischen Transponder und Lesegerät
- Die Blockade der Kommunikation an der Luftbrücke zwischen Transponder und Lesegerät
- Das Stören der Kommunikation an der Luftbrücke zwischen Transponder und Lesegerät
- Fälschung der Identität am Lesegerät

In heutiger Zeit stellt die Datensicherheit eine immer größer werdende Herausforderung für die IT eines international tätigen Unternehmens dar. Letztlich ergeben sich durch die Anwendung auch rechtliche und gesetzliche Aspekte, welche zu berücksichtigen sind. Die Technologie der Auto ID-Systeme wie die RFID Technik, sollten in Zukunft als Bausteine zur Informatisierung des Alltags dienen. Dabei gewinnt die Vision der allgegenwärtigen Datenverarbeitung immer mehr an Bedeutung. Sollten aber an fast jedem Ort und zu jeder Zeit unlösbar mit Handlungen der Menschen Daten verarbeitet werden, verändern sich radikal die Gewährleistungsbedingungen der Grundrechte der Menschen, wie bspw. das Recht zur informationellen Selbstbestimmung.²⁹

²⁹ Vgl. Müller J. Auto-ID-Verfahren im Kontext allgegenwärtiger Datenverarbeitung- Datenschutzrechtliche Betrachtung des Einsatzes von RFID-Systemen, Kassel 2016, S. XXXI

5.4 Die alternative Lösung

Die Fragestellung, ob die RFID-Technik zum Zwecke der Qualitätssicherung eingesetzt werden kann oder sollte, wurde thematisiert und in Folge bereits schon zum Teil beantwortet. Die Analyse der Ist-Situation zeigte die Schwachstellen der Informationsweitergabe im Produktlebenslauf. Das Dokumentationsproblem ist eine Schwachstelle bei der Qualitätssicherung. Da es nicht wirtschaftlich sinnvoll wäre diese Technik allein zum Zwecke der Qualitätssicherung einzusetzen, sollte eine alternative Lösung vorrübergehend die durchgängige Nachvollziehbarkeit von fehlerhaften Einheiten sicherstellen. Für eine alternative Lösung der Problematik im aktuell betrachteten Unternehmen sollte ein bereits vorhandenes Auto-ID-Verfahren flächendeckend genutzt werden. Dadurch könnten hohe Investitionskosten vermieden werden. Gemeint ist damit der Barcode. Dieser ist sowohl an allen Materialbegleitkarten, als auch auf allen Arbeitskarten, bis auf Arbeitsgangebene heruntergebrochen angedruckt. Dabei handelt es sich um einen Barcode der Type Code 39. Dieser ist mit dem verwendeten PPS-System kompatibel und kann unterschiedlichste Befehle auflösen. Bei der Verwendung der RFID-Technik mit passiven oder einfachen Transpondern mit sehr begrenztem Datenspeicher greift das System auch auf Datenbanken und Ordnerstrukturen zurück, in denen gewünschte Informationen zur Verfügung gestellt werden oder öffnet AnwenderInnen eine Programmmaske, in welcher diese die benötigten Informationen gebündelt bereit gestellt bekommen. So sind auch der Anwendung dieser Technologie kaum Grenzen gesetzt. Die Buchung müsste nur einzeln erfolgen und kann nicht automatisch in einer Stapelverarbeitung durchgeführt werden. Die Investitionskosten für Handscanner sind sehr gering, aber auch stationäre Geräte sind in der Anschaffung bereits sehr günstig im Verhältnis zu Lesegeräten der RFID-Technik. Bspw. sollten sich MitarbeiterInnen an der Maschine mit dem vorhandenen, für die Zutrittskontrolle und Zeiterfassung personalisierten, RFID-Schlüsselanhänger im BDE-System anmelden und den Beginn ihrer Arbeit an der benötigten Maschine anmelden. In diesem Zusammenhang fordert das System auf, die Begleitkarte des sich in Arbeit befindlichen Auftrages zu scannen.

Daraufhin könnte sich eine Bedienermaske öffnen in derer die MitarbeiterInnen die benötigten Informationen erhalten. Aber auch Informationen in jeder benötigten Form, eventuell könnten auch für nachgelagerte Kostenstellen Informationen hinterlegt werden. Die ausführende Person wird im Anschluss vom System aufgefordert, den Erhalt der Informationen oder gegebenenfalls die Ausführung einer benötigten Tätigkeit mit ihrem personalisierten Transponder zu bestätigen. Auf diese Art und Weise könnten auch ausgegebene Werkzeuge auf Maschinen Aufträge oder Personen gebucht werden. Die Programm-, Vorrichtungs-, oder Materialablage sollte ebenso in den jeweiligen Kostenstellen mit der gescannten Artikelnummer erfolgen. Der Artikel wird nur einmalig im PPS-System geführt, dadurch ist eine eindeutige Zuordnung sichergestellt. Durch das Ablegen und Archivieren der Programme, Vorrichtungen und Materialien nach der Artikelnummer und dem automatischen Scannen dieser von der Begleitkarte ist sichergestellt, dass dabei nicht unterschiedliche Schreibweisen verwendet werden (Underlines, Leerräume und dgl.). Eventuelle Schreibfehler werden dadurch ebenfalls vermieden. Dank dieser Maßnahme herrscht Ordnung in der Datenverwaltung, demzufolge ein Wiederfinden der Datensätze ermöglicht wird. Rund 70% der im Brainstorming genannten Einsatzgebiete im Unternehmen lassen sich mit dem Barcode realisieren. Der Anwendung dieser Technologie sind somit kaum Grenzen gesetzt. Durch die Anwendung der Technologie zur Qualitätssicherung könnte damit auch das Dokumentationsproblem gelöst werden. Die EndprüferInnen in der Kostenstelle haben Zugriff auf alle relevanten Informationen sowohl Auftrags- als auch Artikelbezogen, werden vom System auf explizite Anforderungen hingewiesen und müssen diese ebenfalls mit dem Transponder bestätigen. Wie der Barcode zum Zwecke der Qualitätssicherung eingesetzt werden könnte und welche Möglichkeit es noch gäbe, um die lückenlose Dokumentation normgerecht im Sinne der Qualitätssicherung zu gewährleisten wird im nächsten Abschnitt dieser Arbeit beschrieben.

6 Die Prozessoptimierung

6.1 Der Umgang mit fehlerhaften Einheiten

Wie bereits in der alternativen Lösung erwähnt, sollte im Unternehmen die bestehende Technologie des Barcodes flächendeckend vielseitiger genutzt werden. Zum Zwecke der Prozessoptimierung mit dem Umgang fehlerhafter Einheiten im Unternehmen bedeutet dies, dass die Informationen, welche im Zuge einer Sonderfreigabe entstehen und zur Anlage einer Reklamation im System benötigt werden, dementsprechend im System auch eingegeben werden. Durch das notwendige Scannen der Artikelnummer bei Arbeitsbeginn in allen beteiligten Kostenstellen werden den richtigen EmpfängerInnen auch die relevanten Informationen zeitgerecht bereitgestellt, bzw. werden diese unweigerlich mit diesen konfrontiert. Im Kontext mit der Abhandlung fehlerhafter Einheiten aus interner aber auch externer Fertigung können MitarbeiterInnen, die eine Sonderfreigabe auf eine bestimmtes Werkstück vergeben oder erhalten haben, bei der Eingabe der Sonderfreigabe in die Reklamation auch einen Text eingeben. Bei der Eingabe des Textes muss auch ausgewählt werden, in welchen Kostenstellen die eingegebene Information erscheinen, bearbeitet und personalisiert bestätigt werden muss. Dadurch ist die durchgängige Informationsweitergabe gewährleistet aber auch nachvollziehbar. Neben der Dokumentation im PPS-System müssen alle relevanten Informationen ebenso auf der Begleitkarte dokumentiert werden, da diese Karte ein Nachweis-Dokument der Fertigung darstellt und als solches auch archiviert werden muss. Daher sollte auch dieses Dokument in Folge der Prozessoptimierung angepasst werden. Dazu sind aber nur geringe Änderungen notwendig.

Begleitkarte				!Ihr LOGO!		Druckdatum 06.12.2017	
Auftrag: 15753.1312		Artikelnummer: CA 2563857		Kunde: Muster Formenbau		Erstf.:	
Menge: 15		Bezeichnung: Lagerdeckel		Index: 0		Erst: has J	
Pos.	Materialnummer	Bezeichnung	Dimension	Länge mm	Menge/Einheit	Menge/Gesamt	
10	1.0570	S355	Ø60	19	1	15	
AG Nr.	Maschine	Arbeitbeschreibung		Erst.	Pers.	Tr	Te
zu erf.	NC Progr. Vorhanden	AG-Barcode		Zwpr.	Nr.		Gut Stk.
bis	Reklamationen vorh.	Vorrichtung vorh.		Letzt.			Aussch.
10	Säge	Material wird als Stangenmaterial				0	0
06 12	N	beliegt.					Sonderf.
	N						
20	NC Drehen 398	Drehen nach Zeichnung				10	5
11 12	J						
2	N						

Abbildung 25: Begleitkarte Teil1

In Abbildung 25 ist die Begleitkarte um eine eingefügte Zeile (rot), der Sonderfreigaben erweitert worden. Die Person von Arbeitsgang 20 fertigt ihren Teil und bestätigt die Erstteilprüfung, eventuelle Zwischenprüfungen und die Letztteilprüfung mit einem Häkchen. Bei einer Einzelteilmontage ist nur ein Häkchen erforderlich. In der zweiten Spalte bestätigt sie die korrekte Durchführung der Arbeit mit ihrer Personalnummer. Sollte die Vorgabezeit von der tatsächlich benötigten Zeit abweichen, ist der korrekte Wert darunter anzuführen und der Abteilungsleitung bekannt zu geben. Bei Korrektheit der Zeitvorgabe ist diese ebenso mit jeweils einem Häkchen zu bestätigen. Sollte die Person ihres Wissens alle Teile korrekt bearbeitet haben, bestätigt sie die korrekte Stückzahl in der ersten Zeile der letzten Spalte. In diesem Fall mit 15x. Wenn bei der Bearbeitung fehlerhafte Einheiten produziert wurden, ist in der letzten Spalte kein Vermerk zulässig. Die Person hat daraufhin die Aufgabe, auf der Rückseite in der Höhe des Arbeitsganges einen Abweichungsstempel anzubringen und darin eine Fehlerbeschreibung zu vermerken. Im Anschluss dessen ist die zuständige Abteilungsprüfung über die Abweichung zu informieren. Diese trifft die Entscheidung über die weitere Vorgehensweise. Die letzte Spalte wird bei der Endprüfung von der verantwortlichen Endprüfung ausgefüllt. Dabei wird in der ersten Zeile der letzten Spalte die Anzahl der Gutteile eingetragen. In der zweiten Zeile der letzten Spalte wird die Anzahl der zu verschrottenden Werkstücke eingetragen. Sollte es keine geben, wird diese Zeile mit einem Strich gefüllt. In die dritte Zeile der letzten Spalte wird die Anzahl der Sonderfreigaben eingetragen (1x). Das betroffene Werkstück ist mit der Sonderfreigabe gekennzeichnet im regulären Ablauf weiterzuleiten.

Lagerort: Hauptlager					
Versand oder Liefervermerk:					
Übernahme:	Datum:	Gutstück:	Ausschuss:	Bestätigung:	Sonderfreigaben:

Abbildung 26: Begleitkarte Teil2

Am Ende der Begleitkarte ist umgehend nach Erhalt und bei Abschluss des Arbeitsganges die Stückzahl der in der Sonderfreigabe freigegebenen Teile einzutragen. Dazu wurde, wie in Abbildung 26 zu sehen, der Bereich der Lagervermerke um eine Spalte erweitert.

6.2 Der Nacharbeitsauftrag

Eine weitere Möglichkeit, fehlerhafte Einheiten weiter verwenden zu können, ist die Nacharbeit der betroffenen Werkstücke. Wenn das Ergebnis der Reklamationsbearbeitung eine Nacharbeit der fehlerhaften Einheit ergibt, wird mit Hilfe der angelegten Reklamation ein Nacharbeitsauftrag auf den bestehenden Auftrag mit eigenen Arbeitsgängen erstellt, verplant und ausgegeben. Dessen Auftrags-Subnummer enthält die Reklamationsnummer. Dadurch wird die originale Auftragszuordnung gewährleistet. Die Problematik dieser Aufträge liegt meist in der Dringlichkeit des ursprünglichen Auftrages. Die Dringlichkeit dieser Aufträge könnte mit der RFID-Technik akustisch oder visuell gelöst werden, wenn dieser Auftrag eine spezielle Lesestelle passiert. In diesem Fall könnte der Ablauf aber auch günstiger realisiert werden. Nach Erstellung eines eigenen Nacharbeitsauftrages bleibt der originale Auftrag bei den ErstellerInnen des Nacharbeitsauftrages. Die fehlerhafte Einheit wird mit dem neuen Auftrag in die Startkostenstelle weitergeleitet. Zur besseren Verfolgung dieser meist extrem dringenden Aufträge sollten diese auf rotem Papier ausgedruckt werden. Sobald ein Auftrag roter Farbe im Zuständigkeitsbereich der MitarbeiterInnen eintrifft, ist dieser zur selben Zeit weiterzuleiten. Dh. der Auftrag wird nicht im normalen Ablauf in der Abteilung angeliefert, sondern direkt den GruppenleiterInnen ausgehändigt. Diese haben die Aufgabe den Auftrag sofort, auch wenn Aufträge unterbrochen werden müssen, bearbeiten zu lassen. Diese Aufträge werden nicht dem allgemeinen Ablauf zugeordnet, sondern immer persönlich und unverzüglich der nächsten Bearbeitung zugeführt. Diese Aufträge sollten mit einer Bringschuld durch die Fertigung getragen werden. Denkbar wäre auch die Einrichtung roter Bereiche in jedem Verantwortungsbereich. Dh. in diesem Fall, dass sobald ein Auftrag egal welcher Farbe in diesem Bereich abgelegt wird, dieser unverzüglich zu bearbeiten und in den nächsten roten Bereich weiterzuleiten ist. Auch bei dieser Variante gilt die Bringschuld als vereinbart. Der Nachteil hierbei könnte aber das fehlende visuelle Unterscheidungsmerkmal der roten Auftragspapierfarbe sein. Der letzte Arbeitsgang dieses Auftrages ist meist die Ausgangskostenstelle. Diese schließt den Auftrag im System ab und leitet die nachgearbeiteten Werkstücke mit dem originalen Auftrag in die nachfolgende Kostenstelle weiter.

Sämtliche angefallene Nacharbeitskosten des Nacharbeitsauftrages werden automatisch der Reklamation zu gebucht und der verursachenden Kostenstelle in Form von Reklamationskosten angelastet.

6.3 Die Rückverfolgbarkeit

Wie bereits in vorangegangenen Abschnitten dieser Arbeit erwähnt, liegt das Problem in der Dokumentation und Rückverfolgbarkeit bei Sonderfreigaben. Aus diesem Grund wurde die Begleitkarte am Ende im Bereich der Lagervermerke um die Spalte der Sonderfreigaben erweitert. Wenn Werkstücke gekennzeichnet mit einer Sonderfreigabe in die darauffolgende Kostenstelle weitergeleitet werden, ist es möglich, dass bei AH-Bearbeitungen die Kennzeichnung entfernt wird. Durch die dauerhafte Kennzeichnung der Teile mit bspw. einem Körnerpunkt nach der Artikelnummer, können die Teile an jeder Stelle identifiziert werden. Nachdem der Auftrag die gesamte interne und bei Bedarf auch externe Produktion durchlaufen ist, werden die Artikel im Lager eingelagert. Die einzelnen Werkstücke werden bereits in der letzten Kostenstelle vor Weitergabe zur Einlagerung entsprechend konserviert und verpackt. Die letzte Endprüfung bestätigt in der letzten Zeile mit der Personalnummer das Feld der Übernahme. Auf Grund der bereits erfolgten Verpackung wird zudem auch das Datum vermerkt, die weitergeleiteten Gutstücke, verschrotteten Ausschussteile und die Anzahl der Teile, welche eine Sonderfreigabe erhalten haben. Die Summe aller Einträge dieser Zeile muss die Losgröße des Auftrages ergeben. Werkstücke mit erteilter Sonderfreigabe müssen natürlich separat Verpackt und gekennzeichnet sein. Die LagermitarbeiterInnen kontrollieren die Einträge an der Begleitkarte. Sollte dies nicht der Fall sein, ist das Los zur Überprüfung an die letzte Kostenstelle zurück zu schicken. Sollten die Dokumentation und die Verpackung korrekt sein, scannen die MitarbeiterInnen die Artikelnummer an der Begleitkarte und bekommen einen alten oder neuen Lagerplatz vom System vorgeschlagen. Durch die Buchung des Lagerplatzes wird die Einlagerung der Werkstücke bestätigt. Die Auftrags-Losgröße wird dem Lager 01 mit der Lagerplatznummer automatisch zu gebucht. Für die Werkstücke mit einer Sonderfreigabe wird vom System ein anderer separater Lagerplatz vorgeschlagen.

Nach dessen Scannung wird auch hier die Anzahl der gebuchten Sonderfreigaben auf den Lagerplatz aber auf Lager 02 gebucht. Somit liegen Systemtechnisch alle korrekt gefertigten Werkstücke auf Lager 01 und alle fehlerhaften Einheiten auf Lager 02. Durch diese Trennung ist die Rückverfolgbarkeit und Auswertung über fehlerhafte Einheiten im Lagerbestand überhaupt erst möglich. Durch diese Änderung ist es erst möglich fehlerhafte Einheiten ausgesuchten Montageanlagen zuzuordnen. Dies wird dadurch möglich, weil das Projektmanagement bei Montagestart die Möglichkeit hat, Teile gesondert aus dem Lagerbestand des Lagers 01 und des Lagers 02 abzurufen und kommissionieren zu lassen. Somit können bspw. alle fehlerhaften Positionen einer Anlage zugeordnet werden. Dadurch kommen auch Sonderfreigaben des Kunden gezielt zur Anwendung. Im Falle einer Reklamation oder eines Ausfalles der Anlage können dadurch Rückschlüsse über eventuelle Fehlentscheidung getroffen werden. Werden Lagerplätze immer neu vergeben und es erfolgt keine Einlagerung neuer Aufträge auf bestehende nicht ausgelastete Lagerplätze, werden Lagerbestände unterschiedlicher Aufträge nicht vermischt. Dadurch ist die Rückverfolgbarkeit auf Auftragsebene gewährleistet und alte Lagerbestände könnten gezielt mit dem Ansatz „first in first out“ geführt werden.

7 Zusammenfassung

Im letzten Kapitel dieser Arbeit wird zum Einen das Ergebnis dieser Diplomarbeit dargestellt und zum Anderen ein Ausblick in die Zukunft gewagt.

7.1 Ergebnis

Am Anfang dieser Arbeit wurden nach der Einleitung die Grundlagen der RFID-Technik und die Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem begrifflich abgegrenzt. Nach einer genaueren Analyse und Darstellung der technischen Möglichkeiten dieser Technologie wurde rasch erkennbar, dass es sich hierbei um ein extrem umfangreiches Themengebiet handelt, welches ein enormes Potential entlang der gesamten Wertschöpfungskette aufweist. Diese Technologie hat sich in den letzten Jahren immer weiter entwickelt und hat bereits sehr erfolgreich in viele Bereiche der Wirtschaft Einzug gehalten. Der Anwendung sind kaum Grenzen gesetzt. Die Darstellung der Ist-Situation durch einen detailliert beschriebenen Produktionsablauf und einer im Anschluss durchgeführten Schwachstellenanalyse zeigt rasch die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologie entlang der Wertschöpfungskette. Ergänzend visualisierten Kennzahlen zur Zustandsbeurteilung die Anzahl fehlerhafter Einheiten über einen Betrachtungszeitraum von einem Jahr im Unternehmen. Durch diese Darstellung und anschließende Analyse zeigten sich Dokumentationsprobleme in der Rückverfolgbarkeit der produzierten Werkstücke. Ein möglicher Lösungsansatz wird im Anschluss anhand der Soll-Situation dargestellt. Dabei wird die Frage beantwortet, ob die RFID-Technik zur Qualitätssicherung eingesetzt werden kann, bzw. ob es die ultimative Lösung darstellt. Das Ergebnis ist relativ klar ausgefallen, die Technik kann zwar für diese Zwecke eingesetzt werden, es wäre jedoch zu aufwendig diese bis auf Einzelteilebene durchgängig einzusetzen. Wirtschaftlich gesehen ist es schwierig den Erfolg einer Implementierung zum Zwecke der Qualitätssicherung mit einer klassischen Kosten- Nutzen-Rechnung abzubilden. Die entstehenden Kosten würden den Nutzen der Technologie in diesem Bereich nicht rechtfertigen. Dazu ist diese Technik in ihrer Anwendung noch zu teuer.

Zum Zwecke einer umfassenden Einsatzbeurteilung wurde ein Brainstorming mit den Prozessverantwortlichen der wichtigsten Kostenstellen durchgeführt. Für eine umfassende Implementierung dieser Technologie im Unternehmen wäre eine flächendeckende Umstrukturierung der Kostenstellen mit ihren Prozessen erforderlich. Die dadurch entstehenden Investitionskosten für die benötigte Infrastruktur, wie zB. Lesegeräte und IT-Zubehör, würde einen wirtschaftlichen Einsatz entlang der Wertschöpfungskette nicht ermöglichen. Natürlich hat diese Technik nicht nur Vorteile aufzuweisen. Daher wurden im Anschluss der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit noch einige negative Aspekte wie die aufwendige Einbindung der Technologie in das bestehende IT-Netzwerk oder die Datensicherheit aufgezeigt. Im Anschluss dessen wurde jedoch eine alternative Lösung der Problematik aufgezeigt. Mit dieser Lösung ist es möglich rund 70% der genannten Einsatzgebiete der RFID-Technik abzudecken und dies mit niedrigen Investitionskosten. Für eine allgemeine Prozessverbesserung im Unternehmen kann die bereits zum Teil genutzte Technologie des Barcode-Scanners flächendeckend zum Einsatz kommen. Das Dokumentationsproblem und die Problematik der Rückverfolgbarkeit von fehlerhaften Einheiten kann mit einer kleinen Anpassung der Begleitpapiere und einer zusätzlichen Einlagerungsmöglichkeit beseitigt werden. Durch eine kleine Prozessanpassung wird die Normgerechte durchgängige Rückverfolgbarkeit gefertigter Werkstücke sichergestellt. Nebenbei wurde auch eine Regelung aufgezeigt, mit derer es möglich wird, dringende Nacharbeitsaufträge schnellstmöglich durch den Produktionsprozess zu schleusen. Dies natürlich auch mit minimalem finanziellen Aufwand. Abschließend sei an dieser Stelle noch bemerkt, dass modernste Technik mit hohen Investitionskosten nicht immer das non plus Ultra für den Erfolg eines Unternehmens darstellt. Oft führen auch kleine Veränderungen zum selben Ziel. Langfristig gesehen liegt die Qualitätsverantwortung bei jeder einzelnen mitarbeitenden Person. Das größte Kapital eines erfolgreichen Unternehmens sind seine MitarbeiterInnen, die mit ihrer langjährigen Erfahrung, Kompetenz und Motivation zum nachhaltigen Erfolg des Unternehmens beitragen. Dennoch sollte das Unternehmen bereit sein, ständig neue Technologien am Markt zu analysieren und sie für die eigene Prozessverbesserung im Unternehmen nutzen.

7.2 Ausblick

Die RFID-Technik hat sich in den letzten Jahren extrem weiterentwickelt. Der Anwendung sind kaum Grenzen gesetzt. Die Weiterentwicklung dieser Technologie geht deshalb so rasant voran, da sich die Nachfrage und der Bedarf enorm entwickeln. Mittlerweile entstand bereits ein Milliardengeschäft mit steigender Tendenz. Die Überlegungen der AnbieterInnen und AnwenderInnen gehen in sämtliche Richtungen. Diese Technik wird in Zukunft nicht nur in der Industrie ihren Einsatz finden, sondern Einzug in den privaten Haushalt nehmen. Diese Technologie wird in Zukunft das Leben der Menschheit automatisieren und enorm erleichtern. Viele Anwendungen wie bspw. Kreditkarten sind bereits mit dieser Technologie versehen. Die Anwendung bei Dokumenten wie Reisepässen oder Personalausweisen wird ebenso bereits von den Behörden angedacht. Der Einsatz wird sich exorbitant ausbreiten. Der Gesetzgeber wird sich mit dieser Technologie auseinandersetzen müssen, um einen rechtlichen Rahmen für die Anwendung zu schaffen.

Literaturverzeichnis

Bücher:

Adam Dietrich (1992)

Aufbau und Eignung klassischer PPS-Systeme, in: Fertigungssteuerung 1...,
Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, Wiesbaden 1992

Böge Alfred (2017)

Handbuch Maschinenbau-Grundlagen und Anwendungen der Maschinenbau-
Technik, Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden 2017

Finkenzeller K. (2002)

RFID-Handbuch-Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver
Funkanlagen, Transponder und kontaktlose Chipkarten, Carl Hanser Verlag
München, Wien, 2016

Dickmann, Philipp (2015)

Schlanker Materialfluss-mit Lean Production, Kanban und Innovationen,
Springer Verlag Berlin, Gafing bei München, 2015

Gumpp Gunther, Wallisch Franz (1995)

ISO 9000 entschlüsselt
Verlag Moderne Industrie, Landesberg/Lech, 1995

Herrmann Joachim, Fritz Holger (2016)

Qualitätsmanagement-Lehrbuch für Studium und Praxis,
Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, München, 2016

Kreutzer, Christian (2007)

BWL kompakt - Die 100 wichtigsten Themen der Betriebswirtschaft für Praktiker, 2., aktualisierte und überarbeitete Auflage, Verlag Linde Ges.m.b.H., Wien, 2007

Kuhlang Peter, Sunk Alexander (2016)

Produktion und Qualität-Organisation, Management, Prozesse, Carl Hanser Verlag München, München, 2016

Müller Jürgen (2017)

Auto-ID-Verfahren im Kontext allgegenwärtiger Datenverarbeitung-
Datenschutzrechtliche Betrachtung des Einsatzes von RFID-Systemen,
Verlag Springer Vieweg, Kassel, 2017

Rückewoldt Kerstin (2010)

Planung zur Implementierung eines Qualitätsmanagementsystems in einer international tätigen Spedition, Diplomica Verlag GmbH, Hamburg, 2010

Schmitt Robert (2015)

Basiswissen Qualitätsmanagement,
Verlag Symposion Publishing, Düsseldorf, 2015

Fachzeitschriften:**Cross Kelvin F. , Lynch, Richard L. (1998)**

Measure Up! How to Measure Corporate Performance, NeuDresdner, Cambridge, 1998

Klumpp Mathias, Matheus Daniel (2008)

Logistikforschung-Radio Frequency Identifikation (RFID) in der Logistik, Band 4,
FOM Fachhochschule für Oekonomie & Management Institut für Logistik- &
Dienstleistungs-management, Essen, Februar 2008

Internet und sonstige Quellen:**aachener.de (2017)**

Was ist Qualität, Unternehmerisches Qualitätsmanagement,
<http://www.aachener-qualitaets-management-modell.de/das-unternehmerische-qualitatsverstandnis>, Stand 26.11.2017

balluff.com (2017)

Werkzeugaufnahmen-Transponder,
<http://www.balluff.com>,
Stand 20.11.2017

germancard.de (2017)

RFID-Zutritts und Berechtigungskontrolle,
<http://www.germancard.de/rfid.html#key>,
Stand 15.11.2017

idcapt.com (2017)

RFID - NFC Disc Tag,
<https://www.idcapt.com/en/tags/industrial-tag>,
Stand 14.11.2017

industrial-tag

<https://www.idcapt.com/en/tags/industrial-tag>,
Stand 15.11.2017

leomat.abacuscity.ch (2017)

RFID-Automatenzahlungssysteme,

<https://leomat.abacuscity.ch/de/1~1600~PRODUKTE/> Zahlungssysteme,

Stand 15.11.2017

Oertel B. u.a. (2004)

Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen, Studie im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn, 2004

ph.parker.com (2017)

RFID-Tags,

<http://ph.parker.com/de/de/rfid-tags>,

Stand 15.11.2017

segoni.de

SEGONI_PPMS_2007.pdf

http://alt.segoni.de/download/SEGONI_PPMS_2007.pdf

Stand 10.12.2017

Statista-Dossier (2013)

Industrie 4.0 in Deutschland-Industrie 4.0 weltweit,

Hamburg 2013

tierchip.de (2017)

Transponder 1,

<http://www.tierchip.de/wp-content/uploads/2015/06/Transponder1.jpg>,

Stand 14.11.2017

youcard.de (2017)

RFID-Chipkarte,

<https://www.youcard.de/produkte/plastikkarten/rfid-chipkarten>,

Stand 20.11.2017

zebra.com

RFID-Labels,

<https://www.zebra.com/us/en/products/supplies/rfid-labels-tags.html>,

Stand 21.11.2017

Anhang

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

St. Jakob, am 12.01.2018

Herbert Haslinger